



**ATROPELLAMIENTO VIAL DE FAUNA SILVESTRE EN LA CARRETERA ENTRE LOS  
MUNICIPIOS DE VILLAVICENCIO-BARRANCA DE UPÍA (META), COLOMBIA**

**ISABELA DURÁN GALINDO**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA Y QUÍMICA  
PROGRAMA DE BIOLOGÍA  
VILLAVICENCIO, COLOMBIA  
2018**

**ATROPELLAMIENTO VIAL DE FAUNA SILVESTRE EN LA CARRETERA ENTRE LOS  
MUNICIPIOS DE VILLAVICENCIO-BARRANCA DE UPÍA (META), COLOMBIA**

**ISABELA DURÁN GALINDO**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Bióloga

Director:

Jorge Anthony Astwood Romero MSc(c)

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA Y QUÍMICA  
PROGRAMA DE BIOLOGÍA  
VILLAVICENCIO, COLOMBIA  
2018**

## **CAPÍTULO 1: INFORME FINAL**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Unillanos por permitir el desarrollo y ejecución del convenio entre Unillanos y Cormacarena. A mi director de trabajo de grado Jorge Anthony Astwood Romero por su apoyo y dirección de este proyecto. A PhD. Carlos Andrés Delgado y Jesús Manuel Vásquez por sus comentarios, que ayudaron a mejorar este trabajo. A Jorge Pachón, Elizabeth Aya Baquero, que ayudaron para que el proyecto se llevara a cabo, a Julian Barreto, Nattaly Tejeiro, Fabian Hernández, Álvaro Velásquez, Maira Holguín, Lizeth Vargas, Katherin Enith Méndez que ayudaron en la fase de campo e identificación de los animales encontrados en la carretera.

## TABLA DE CONTENIDO

Resumen .....	8
Asbtract .....	10
Planteamiento del problema .....	12
Hipótesis .....	14
Objetivos .....	15
Justificación .....	16
Marco teórico .....	18
Metodología .....	21
Descripción del área .....	22
Fase de campo .....	21
Recorridos de muestreos .....	22
Registro de ejemplares atropellados.....	22
Fase de análisis .....	23
Curva de acumulación de especies .....	23
Identificación taxonómica .....	23
Tamaño de la muestra.....	23
Índice kilométrico .....	23
Determinación de eventos de colisión.....	24
Efecto de las coberturas vegetales .....	24
Resultados .....	25
Diversidad .....	25
Determinación de eventos de colisión .....	30
Efecto de cobertura vegetales.....	34
Discusión.....	35
Diversidad .....	35
Determinación de eventos de colisión .....	39
Conclusiones.....	41
Recomendaciones .....	42
Bibliografía .....	43

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de la Ruta I65-10.....	20
<b>Figura 2.</b> Especies con más eventos de atropellamiento .....	26
<b>Figura3.</b> Cantidad de individuos atropellados por categoría taxonómica.....	28
<b>Figura 4.</b> Curva acumulativa de especies observadas y esperadas.....	29
<b>Figura 5.</b> Índices kilométricos de atropellamiento por día .....	31
<b>Figura 6.</b> Índices kilométricos de atropellamiento por día por Km.....	31
<b>Figura 7.</b> Mapa de puntos críticos encontrados e Identificación de puntos críticos de colisión por el análisis hotspots 2D lineal.....	33
<b>Figura 8.</b> Puntos críticos de colisión por análisis hotspots 2D lineal- Aves .....	34
<b>Figura 9.</b> Puntos críticos de colisión por análisis hotspots 2D lineal-Mamíferos .....	35
<b>Figura 10.</b> Puntos críticos de colisión por análisis hotspots 2D lineal- Anfibios y Reptiles.....	35
<b>Figura 11.</b> Efecto de coberturas vegetales sobre los eventos de atropellamiento de fauna silvestre. Prueba de Kruskal-Wallis con corrección de bonferroni. Diagrama de cajas simple de eventos de colisión respecto a la cobertura. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.....	34

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Número de Individuos, encontrados en la carretera Villavicencio-Barranca de Upía, (Meta) Colombia .....	27
--	----

## RESUMEN

La infraestructura vial se implementa con el fin de mejorar la calidad de vida del ser humano, pero esta se construye sin tener en cuenta en muchas ocasiones estrategias que disminuyan los efectos directos e indirectos de las carreteras sobre la biodiversidad. Entre estos podemos encontrar la separación o aislamiento de poblaciones, barreras para el alimento, agua, y el atropellamiento de fauna silvestre. Este trabajo, caracterizó el fenómeno de atropellamiento vehicular y la diversidad de fauna silvestre afectada en la ruta I65-10 que va desde Villavicencio-Barranca de Upía, departamento del Meta, Colombia. Se realizó un total de veinticinco (25) recorridos en un vehículo a velocidad constante de 40 km/h, entre las 06:00 y las 18:00 horas durante los meses de noviembre de 2017 a febrero de 2018. Se identificaron los puntos críticos de los eventos de atropellamiento, coberturas adyacentes las cuales se dividieron en: coberturas naturales, antrópicas y mixtas, junto con los taxones con mayor frecuencia de atropellamiento, para lo cual se utilizó el software SIRIEMA- Road Mortality Software V. 2.0. Se registró un total de 262 ejemplares atropellados pertenecientes a 76 especies, 50 generos, 37 familias y 22 ordenes, distribuidas entre anfibios, reptiles, aves y mamíferos durante los 25 días de muestreo en la vía. Los ordenes y familias con mayores eventos de atropellamiento fueron, el orden Didelphimorphia con 65 individuos y la familia Didelphidae, el orden Anura con 46 individuos y la familia Bufonidae, el orden Squamata con 43 individuos, y las familias Colubridae e Iguanidae, por último el orden Passeriformes con 19 individuos, las familias Strigidae y Cuculidae. Las especies con más eventos de atropellamiento por clase fueron *Didelphis sp*, *Tamandua tetradactyla*, *Rhinella marina*, *Iguana iguana*, *Megascops choliba* y *Crotophaga ani* pertenecientes a las familias Didelphidae, Myrmecophagidae, Bufonidae, Iguanidae, Strigidae y Cuculidae. De acuerdo con los resultados, los eventos de atropellamiento son estadísticamente diferentes entre las coberturas, se encontró ocho puntos críticos asociados a las coberturas mixtas es decir cobertura compuesta por bosque fragmentado, una fuente hídrica, pastos limpios y de uso agrícola junto con algunos sectores antrópicos y uno asociado a cobertura antrópica de uso agrícola. En cuanto los puntos críticos específicos se encontraron para anfibios y reptiles 5, aves 4, mamíferos 6, registrados una parte en



cobertura natural y antrópica, pero en su mayoría fueron registrados en cobertura mixta. Los eventos de atropellamiento no evidenciaron distribución aleatoria, de tal manera que el patrón de colisiones encontrado a lo largo de la vía indica que la mezcla de coberturas entre naturales y antrópicas probablemente favorece a los eventos de atropellamiento. Por lo cual la identificación de estos puntos críticos son clave para la implementación de estrategias que disminuyan los eventos de colisión de fauna atropellada en esta vía.

**Palabras Clave:** Piedemonte; Orinoquia; Colisión; Animales silvestres.

## ABSTRACT

The infrastructure can be implemented to improve the quality of life of the human being, but this can be built into account on many occasions strategies that reduce the direct and indirect effects of roads on biodiversity. Among these we can find the separation or isolation of the populations, the barriers for food and water, and the run-over of wildlife. This work was characterized by the phenomenon of vehicular run-over and the diversity of wildlife affected on the I65-10 route from Villavicencio-Barranca de Upía, department of Meta, Colombia. A total of twenty-five (25) trips were made in a vehicle at a constant speed of 40 km / h, between 06:00 and 18:00 during the months of November 2017 to February 2018. The points were identified critics of the events of run over, adjacent coverages, which were divided into: natural, anthropic and mixed coverage, together with the taxa with the highest frequency of running over, for which the software SIRIEMA- Road Mortality Software V. 2.0 was used. A total of 262 trampled individuals belonging to 76 species, 50 genders, 37 families and 22 orders distributed among amphibians, reptiles, birds and mammals were recorded during the 25 days of road sampling. The orders and families with the greatest events of trampling were, the order Didelphimorphia with 65 individuals and the family Didelphidae, the order Anura with 46 individuals and the family Bufonidae, the order Squamata with 43 individuals, and the families Colubridae and Iguanidae, finally the order Passeriformes with Passeriformes with 19 individuals, families and Cuculidae Strigidae, Strigidae and Cuculidae.. The species with the most traffic events per class were *Didelphis sp*, *Tamandua tetradactyla*, *Rhinella marina*, *Iguana iguana*, *Megascops choliba* and *Crotophaga ani* belonging to the families Didelphidae, Myrmecophagidae, Bufonidae, Iguanidae, Strigidae and Cuculidae. According to the results, the traffic events are statistically different among the coverages, eight critical points were found associated to the mixed coverage made up of fragmented forest, a water source, clean pastures and of agricultural use together with some anthropogenic sectors and one associated with anthropic coverage of agricultural use. As soon as the specific critical points were found for amphibians and reptiles 5, birds 4, mammals 6, registered a part in natural and anthropic coverage, but they were mostly registered in mixed coverage. The traffic events did not show

a random distribution, so that the collision pattern found along the road indicates that the mixture of natural and anthropic coverings probably favors the overcoming events. Therefore, the identification of these critical points are key to the implementation of strategies that reduce the collision events of fauna trampled in this way.

**Key boards:** Piedmont; Orinoquia; Collision; Wild animals.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desarrollo de la infraestructura vial es producto de la necesidad del hombre para acceder a nuevos territorios o a los ya existentes con baja accesibilidad. Esto le ofrece la posibilidad de explorar nuevos recursos, mejorar la movilidad de la población y productos en el territorio, mejorar las condiciones de vida de comunidades aisladas, y en conjunto, al desarrollo socioeconómico de una región (Forman *et al.*, 2003; Rodríguez-Prieto y Fernández-Juricic, 2005; Coffin, 2007).

A pesar de los posibles beneficios que este tipo de estructuras puedan traer, generan efectos nocivos sobre la biodiversidad y el paisaje. Estos efectos se ven evidenciados en la disminución de poblaciones de fauna silvestre que presentan actividad en el área donde influye la vía (Trombulak y Frissell, 2000). También generan efectos en cambios en la estructura y conectividad del paisaje, fragmentación de hábitat; factores abióticos, contaminantes atmosféricos, ruido, nuevas condiciones micro climáticas y eventos de atropellamiento de fauna (De La Ossa-V y Galván-Guevara, 2015; MADS, 2014).

En cuanto al atropellamiento de fauna silvestre en carreteras, este se puede dar por dos razones principalmente: la primera es que los animales son atraídos por condiciones que ofrecen las carreteras, incluyendo sus alrededores, como por ejemplo la temperatura para ectotermos, y la disponibilidad de alimentos derivados de asentamientos humanos; la segunda es que se ven forzados a cruzarlas porque se ha interrumpido su área de actividad, ya sea alimenticia, reproductiva y/o migratoria (Arroyave *et al.*, 2006). Independientemente de su causa, las cifras de animales atropellados, junto con otros efectos de carretera, pueden determinar considerablemente la viabilidad de algunas especies y sus áreas de influencia (Van der Grift *et al.*, 2013).

En Colombia, se adelantan proyectos importantes de infraestructura vial, como lo es la construcción del Corredor vial Villavicencio -Yopal (ANI, 2015), sin embargo, son pocos los estudios que evalúan los efectos de la carretera sobre la fauna (Monroy *et al.*, 2015), lo cual es necesario para reconocer cuál es la diversidad de vertebrados terrestres afectados por estas colisiones y los puntos críticos de

atropellamiento vial y en dónde se pueden concentrar, y poder llevar a cabo estrategias de mitigación, ya que son muy pocas o en algunos casos son nulas (Monroy *et al.*, 2015).

La región de la Orinoquía está ubicada al este del país, presenta una subregión llamada piedemonte llanero que abarca una parte de los departamentos del Meta, Casanare, Cundinamarca, Arauca, Boyacá y Caquetá; esta subregión es importante porque representa la transición entre la cordillera Oriental y la llanura, donde se observa una marcada y acelerada modificación de los ambientes naturales por la expansión de la frontera agrícola, ganadería extensiva (Vanegas, 2015), y la creciente urbanización (Nates-Parra y Rodríguez 2011). Para esta región, se realizó un estudio que abarca dicho problema; CORMACARENA y la Universidad de los Llanos en el año 2015, desarrollaron un proyecto titulado “Diagnóstico de fauna atropellada e identificación de puntos críticos en tres rutas principales del departamento del Meta”, que incluyó las carreteras: Villavicencio – Cumaral, Villavicencio - Puerto López y Villavicencio – Granada.

El departamento del Meta cuenta con la ruta I65-10 importante vía ubicada en el piedemonte llanero, y el tramo 10 que comunica la ciudad de Villavicencio y el municipio de Barranca de Upía (ANI, 2015). Así, este trabajo se plantea como continuación del anterior proyecto, y el objetivo es caracterizar el fenómeno de atropellamiento vehicular y la diversidad de fauna silvestre afectada en la ruta Villavicencio-Barranca de Upía, departamento del Meta, Colombia. Por tanto, las preguntas de investigación que se pretenden responder son: ¿Cuál es la diversidad de vertebrados terrestres afectados por colisiones con automóviles en la vía Villavicencio – Barranca de Upía departamento del Meta, Colombia? ¿Dónde se ubican los puntos críticos de atropellamiento vial de fauna en la ruta Villavicencio - Barranca de Upía, departamento del Meta, Colombia?.

## **HIPÓTESIS**

Las áreas adyacentes a las carreteras que presentan coberturas antrópicas, mezcladas con coberturas naturales en confluencia con caños, ríos y humedales, son propensas para que ocurran atropellamiento de fauna silvestre, ya que los animales necesitan cruzar la carreteras para hidratarse, termo regular, junto con la preferencia de hábitat para poder conseguir su alimento y refugiarse, el tamaño de las especies y los altos rangos de distribución de las especies tienden afectar en el atropellamiento de fauna como lo es en los mamíferos como las chuchas o algunas aves.

Predicción: La gran cantidad de animales atropellados en carreteras, posiblemente se deba a las características del paisaje que provocan efectos en las carreteras, junto con la distribución de las especies en el territorio, sus características etológicas y biológicas.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Caracterizar el fenómeno de atropellamiento vehicular y la diversidad de fauna silvestre afectada en la ruta Villavicencio-Barranca de Upía, departamento del Meta, Colombia.

### **Objetivos específicos**

1. Identificar la diversidad de vertebrados terrestres afectados por atropellamiento en la ruta Villavicencio-Barranca de Upía, departamento del Meta, Colombia.
2. Determinar los puntos críticos de atropellamiento de vertebrados terrestres en la ruta Villavicencio-Barranca de Upía, departamento del Meta, Colombia.
3. Relacionar los eventos de atropellamiento con el tipo de cobertura de la tierra circundante a la carretera.

## JUSTIFICACIÓN

La mortalidad de la fauna silvestre debido a la construcción de vías es una preocupación creciente a nivel mundial, representa un problema significativo para la fauna al disminuir las densidades de sus poblaciones (Delgado-V, 2007). Diversas investigaciones realizadas en América del Sur, Europa y Estados Unidos muestran que existe un número alto de animales atropellados, pero también lo que representa para algunas especies que se encuentran en peligro de extinción (De La Ossa *et al.*, 2015). Los principales grupos afectados suelen ser mamíferos medianos y grandes, junto con la herpetofauna (Coffin, 2007). En la región de la Orinoquia en especial el departamento del Meta, existen pocos estudios rigurosos que conlleven a un diagnóstico preciso de la problemática, uno de los estudios es el que realizaron Cormacarena y la Universidad de los Llanos en el año 2015, por ende realizar más estudios de atropellamiento de fauna silvestre son necesarios para poder reconocer cuál es la diversidad de vertebrados afectados en las vías, puntos críticos de atropellamiento vial e idealizar estrategias de mitigación, que en algunos casos son nulas o no se ejecutan de buena manera (Monroy *et al.*, 2015). A nivel local la vía Villavicencio a Yopal estará sujeta a una gran transformación (Instituto de Desarrollo del Meta, 2009; ANI, 2015) lo que plantea nuevos retos para la conservación de las especies en dicho corredor vial. Con base en lo anterior, dado el impacto que las carreteras tienen sobre los ecosistemas y principalmente en la fauna silvestre, los estudios de atropellamiento vial en fauna silvestre son importantes, ya que estos permiten determinar la frecuencia en la que ocurren los atropellamientos, la relación que hay entre dicha frecuencia con el flujo vehicular, cuáles son las especies más afectadas, la ubicación espacial en la que ocurren estos atropellamientos y la relación que existe entre las características del paisaje y la carretera (Clevenger *et al.*, 2003). Por lo tanto, son necesarios los estudios que permitan obtener información de las especies, taxones más propensos al atropellamiento y sus puntos críticos, ya que permiten generar herramientas para la toma de medidas que permitan su mitigación, ya sea en carreteras construidas, o en la planeación de carreteras nuevas que posean estructuras que eviten la fragmentación del hábitat y el atropellamiento de fauna (De La Ossa-V y Galván-Guevara, 2015).



## **MARCO TEÓRICO**

### **Especies registradas en el Meta**

La riqueza de fauna en la Orinoquia se estima aproximadamente en 761 especies de aves, que significa el 40% del total del país, y para la subregión de piedemonte es cerca de 414 especies. En mamíferos, tanto terrestres como voladores, hay 196 especies (39.8% del total del país) y 174 especies para el departamento del Meta. Los reptiles están representados por 122 especies (22% del país) y para la subregión de piedemonte 98 especies; el grupo con menor número de especies es el de los anfibios, con 71 especies (9% del país) y 51 especies para el piedemonte llanero (Martínez y Rangel-Ch *et al.*, 2014; Trujillo-P *et al.*, 2014; Solari *et al.*, 2013).

### **Influencia de coberturas en atropellamiento de fauna silvestre y localización de puntos críticos**

Bueno *et al.*, (2015) mencionan que la proximidad de ríos y presencia de cobertura de vegetación herbácea, antrópicas y mezcla de estas, se asocian de manera directa con los eventos de colisión en carreteras. La presencia de coberturas antrópicas y mixtas, que se encuentran conformadas por pastos o pastizales, algunos cultivos, y cuerpos de agua, son características paisajísticas heterogéneas comunes en los trópicos, en donde el uso de la tierra y los patrones de cobertura de la tierra son diversos y cambian bajo la influencia de las carreteras (Freitas *et al.*, 2010).

### **Efecto de las carreteras sobre la fauna silvestre:**

Los principales efectos de las carreteras sobre la biodiversidad incluyen fragmentación de hábitat, alteraciones ambientales (modificación del paisaje, contaminación sonora, atmosférica, hidrológica y del suelo, entre otras) y atropellamiento directo sobre fauna (Arroyave *et al.*, 2006).

### **Fragmentación: Efecto de borde y de barrera**

La fragmentación del hábitat, es un resultado directo e indirecto de las carreteras, aunque el segundo toma mayor peso al favorecer el asentamiento de poblaciones humanas y la explotación de recursos en las nuevas zonas a las que permite el acceso, causando grandes efectos de deforestación (Coffin, 2007).

La fragmentación del hábitat tiene como principales efectos que amenazan la subsistencia de las especies, el efecto barrera y el efecto de borde. El efecto de barrera está dado por la restricción que producen las carreteras en el movimiento o dispersión de estructuras reproductivas de los individuos. En la fauna afectan la búsqueda de alimento, refugios, lugares de apareamiento, y la dispersión (Arroyave *et al.*, 2006). El efecto de barrera puede generar subpoblaciones, conocidas como metapoblaciones, que resultan del aislamiento de poblaciones más grandes, y que generalmente son más susceptibles a la extinción (Fu *et al.*, 2010). El efecto de borde puede extenderse de forma variable sobre el paisaje, dependiendo del ancho de la carretera y su tráfico, entre otros factores (Forman *et al.*, 2003), por lo cual en la ecología de carreteras se ha empleado el concepto de “zona de efecto de carretera”, que hace referencia a los efectos ecológicos de las vías en las áreas no adyacentes a las mismas, en los que influyen factores como el ruido, vibración, la luz y el polvo, que suelen afectar la abundancia de la fauna en dichas zonas (Boarman y Sazaki, 2006; Jones *et al.*, 2016).

### **Atropellamiento de fauna**

Es el efecto más fácil de cuantificar en comparación con los efectos mencionados anteriormente, dado que es habitual observar la fauna atropellada en la carretera o sus proximidades, aunque en algunos casos el estado en que quedan los individuos dificulta su identificación (Arroyave *et al.*, 2006). Existen varios factores que influyen en el atropellamiento vial de la fauna. Principalmente están asociados a características de la carretera, como su ancho y tráfico; el ambiente circundante, que determina las especies aledañas; el cómo la carretera fragmenta el paisaje y el hábitat de determinadas especies; las características del organismo, como su tamaño, locomoción y hábitos (Andrews y Gibbons, 2005; Lester, 2015). El atropellamiento de fauna silvestre además está influenciado con la época climática, por lo que en algunos casos coinciden con períodos reproductivos y la disponibilidad de alimento, esto hace que los animales empiecen a cruzar la carretera y algunos caminos, lo que facilita la colisión con los vehículos (Langley *et al.*, 2006; De La Ossa *et al.*, 2015 ).

Otra razón para que ocurra el atropellamiento de fauna silvestre, tiene que ver más con el comportamiento humano, es el carisma y visibilidad que despiertan los animales en los conductores. Muchos animales pequeños son atropellados porque el conductor no percibe que pueda generar daños en su vehículo, tiene apatía frente al animal, como en el caso de las serpientes, o simplemente no son visibles (Andrews *et al.*, 2015).

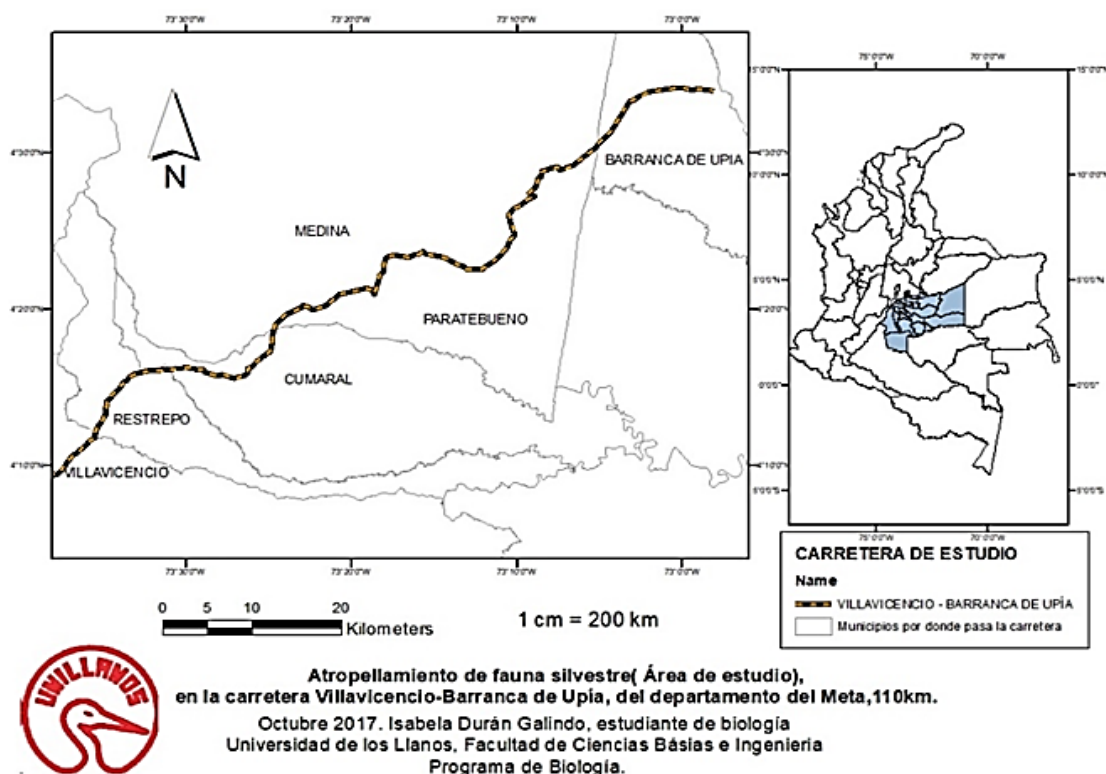
### ***Atropellamiento vial de fauna silvestre en Colombia***

En Colombia se han venido desarrollando algunos trabajos relacionados al atropellamiento de fauna silvestre Castillo-R *et al.*,(2015) en Popayán, Vargas-Salinas *et al.*,(2011) en Buenaventura, (De La Ossa-V & Galván-Guevara, 2015) en Sucre, Ramos y Meza-Joya (2018) en el Magdalena, Delgado-V., (2014) en Antioquia. A pesar del avance en este aspecto, existen regiones aún no estudiadas y son precarios los estudios realizados en áreas periurbanas y urbanas (Vargas-Salinas *et al.*, 2011).

## METODOLOGÍA Y ÁREA DE ESTUDIO

### Descripción del área

Este proyecto se llevó a cabo en la vía Villavicencio-Yopal también llamada Ruta la Salinera, que tiene una longitud estimada entre origen y destino de 266.16 Km (ANI, 2015); sin embargo, el estudio se centró en la ruta I65-10 que va desde Villavicencio a Barranca de Upía con aproximadamente 107 km de longitud. En esta ruta existe una matriz predominantemente agropecuaria, en la que también hay bosques, humedales y mezcla de sabanas. El área presenta un clima cálido a muy húmedo, el promedio de precipitación anual va de 2270 mm a 4383 mm. Durante el año, presenta una temporada seca que va desde diciembre a marzo y una temporada de lluvias de abril a noviembre; la temperatura promedio va desde los 22 °C a 28 °C; la humedad relativa del aire oscila durante el año entre 67 y 83%, siendo mayor en los meses de junio y julio con menor humedad relativa en el primer trimestre del año (IDEAM, 2014).



**Figura 2.** Mapa de la Ruta I65-10, que comprende municipios del Meta: Villavicencio, Restrepo, Cumaral, Barranca de Upía, con una longitud total de 107 km, limita con el Departamento del Casanare y hace parte de la Ruta turística la Salinera. Fuente IGAC 2012.

## **Fase de Campo**

### **Recorridos de muestreo:**

Se realizaron Veintiséis (26) Salidas de campo, una de reconocimiento del área de estudio, y veinticinco (25) recorridos de muestreo efectivo. Cada salida se realizó entre dos personas en la ruta Villavicencio - Barranca de Upía, en un vehículo contratado a una velocidad de 40 km/h. Se realizó una primera salida en septiembre y las demás desde finales de noviembre de 2017 a febrero de 2018. Los recorridos se realizaron entre semana iniciando a las 7:00 a.m. a 7:00 p.m., un recorrido en la mañana de ida y otro en la tarde de regreso, recorriendo alrededor de 214 km diarios para un total de 5350 km recorridos. La mayoría de las salidas se realizaron en época seca.

Se realizó un experimento para determinar la capacidad de detección de cada persona para observar los animales en la carretera y saber mediante el software que se utilizó, cuantos animales aproximadamente se pueden encontrar a lo largo de la carretera, dependiendo la capacidad de cada persona (Coelho *et al.*, 2014); para ello se ubicaron distintos individuos a lo largo de una carretera con condiciones parecidas a las estudiadas, y con objetos que hacen el papel de animales atropellados. Se condujo a lo largo de la carretera a una velocidad de 40 km/h y se evaluó el porcentaje de objetos detectados por los observadores.

### **Registro de ejemplares atropellados, tabulación y organización:**

Se registraron los datos de los ejemplares atropellados en un formato de recolección y se utilizaron para construir una base de datos de rutas y ejemplares en una hoja de cálculo, que incluyeron los siguientes datos: Fecha, kilometraje, municipio, hora, vereda, coordenadas geográficas (WGS84) y descripción del lugar; adicionalmente para este trabajo se definieron tres coberturas: antrópicas (sistemas agropecuarios, agroindustriales, extractivos, infraestructura), naturales (bosques, sabanas, humedales, bosques de galería, morichal) y mixtas (mezcla entre antrópicos y naturales).

Al encontrar un animal atropellado se tomaron algunas medidas de longitud, posición del animal, se registró si se encontraba en un puente, un pontón u otra obra cerca de donde se encontró el animal,

presencia de asentamientos o cuerpos de agua, si el cuerpo estaba completo o severamente golpeado por los vehículos (si no se puede diferenciar sus partes bien); se tomó registro fotográfico a los caracteres diagnósticos más notables que pudiesen ayudar a la identificación de los organismos, y lugar donde se encontraba el individuo.

## **Fase de análisis**

### **Identificación taxonómica**

La identificación de los especímenes se llevó hasta especie, siempre y cuando se pudiera con los datos tomados en campo o se dejaban en familia, genero u orden, pero si no se podía identificar simplemente se dejaba con NI, se tomó registro fotográfico, se consultó bibliografía como: Avendaño *et al.*, (2017), Hilty y Brown (1986), Restall (2006), Castro-Herrera Ayala (1988), Rueda-Almonacid *et al.*, (2004), Castro-H (2008) y consulta a expertos.

### **Tamaño de la muestra**

Se organizaron los datos de los especímenes registrados por categoría taxonómica y se realizó una curva de acumulación de especies mediante el estimador Chao 1, calculado con el software EstimateS para determinar la representatividad de la muestra (Magurran, 1988; Colwell 2009).

### **Índice Kilométrico de Atropellamiento**

Se calcularon dos índices kilométricos de atropellamiento: uno expresado en tasa de mortalidad por día, y otro expresado en tasa de mortalidad por día por kilómetro (Teixeira *et al.*, 2013; Santos *et al.*, 2011). Esto se realizó en el software SIRIEMA- Road Mortality Software V. 2.0 (Coelho *et al.*, (2014), utilizando el siguiente modelo:

$$N = \sum_{i=0}^{n-1} N_i = \lambda T_R p \sum_{i=0}^{n-1} \left( 1 - \sum_{j=1}^i e^{-\frac{jT_S}{T_R}} p (1 - p)^{j-1} \right)$$

Donde **N** es el número total de carcasas (individuos) registrados durante el estudio; **p** es la capacidad de detección (un coeficiente que varía entre 0 y 1), que se calculó mediante el

experimento recomendado por Coelho *et al.*, (2014) para establecer la capacidad de detección de los observadores; *i* un punto en la carretera *j* evento de atropellamiento, **TR** es el tiempo en días que transcurre desde el momento de la colisión hasta su desaparición total; y **TS** que es el intervalo de muestreo o número de días entre un recorrido y otro. Todos los anteriores términos de la ecuación fueron calculados con el software SIRIEMA- Road Mortality Software V. 2.0 (Coelho *et al.*, (2014).

### **Determinación de eventos de colisión y puntos críticos o *hotspots***

Se identificaron los puntos críticos, para cada grupo taxonómico, como lo consideran Teixeira *et al.*, (2013a). Para identificar puntos críticos es decir el tramo donde se produjo la mayor concentración de accidentes dentro de un lugar, se utilizó un mapa complementado con la capa de Cobertura de la Tierra de acuerdo con Corine Land Cover (IDEAM, 2010) utilizando ArcGIS 10.4. Las coberturas trabajadas en el mapa, como Naturales, aguas continentales artificiales, aguas continentales naturales, arbustales, bosques naturales, bosques plantados, antrópicas y mixtas como, áreas agrícolas heterogéneas, áreas urbanas, cultivos anuales o transitorios, cultivos semipermanentes y permanentes, herbazales, pastos vegetación secundaria, zonas desnudas sin o con poca vegetación. Asimismo, se utilizó el método de evaluación a escala, basada en radios de circunferencias para localizar las colisiones en las carreteras. El tramo estudiado fue dividido en fragmentos de igual longitud así: 105 fragmentos de 100 m y 526 circunferencias con 200 m de radio (Coelho *et al.*, 2012). Los puntos críticos se definieron de acuerdo con el análisis de distribución espacial K Ripley con un nivel de confianza de 95 % mediante el software libre SIRIEMA – Road Mortality Software V. 2.0 (Coelho *et al.*, 2014).

### **Efecto de las coberturas vegetales sobre lo eventos de atropellamiento**

Para determinar si existía diferencias significativas entre las coberturas a estudiar (antrópica, natural y mixta) y los eventos de atropellamiento de fauna silvestre, se realizó una prueba de Kruskal-Wallis, con corrección de Bonferroni con nivel de confianza de 95 % en el software IBM SPSS Statistics v.24.

## RESULTADOS

### Diversidad

Se registró un total de 262 ejemplares atropellados pertenecientes a 76 especies, 50 generos, 37 familias y 22 ordenes durante los 25 días de muestreo en la vía. Para la clase Amphibia se encontró un total de 1 orden, 2 familias, 2 generos y 3 especies. La clase Reptilia con 2 órdenes, 7 familias, 14 géneros y 19 especies. La clase Aves con 12 ordenes, 20 familias, 24 géneros y 40 especies. Por último la clase Mammalia con 7 órdenes, 8 familias, 10 generos y 14 especies (Figura 3, Tabla 1).

Para mamíferos se encontró un total de 97 individuos, que encabezaron los eventos de atropellamiento, seguidos por las aves (72 individuos), reptiles (46 individuos) y finalmente anfibios (46 individuos). Las especies con más eventos de atropellamiento por clase fueron *Didelphis sp.* y *Tamandua tetradactyla*, con 63 y diez individuos respectivamente para mamíferos; *Rhinella sp* con 28 individuos y *Rhinella marina* con 14 individuos para anfibios. En Reptiles, *Iguana iguana* con 17 individuos, y para aves, *Megascops choliba* y *Crotophaga ani*, con 7 individuos cada una (Figura 2, Tabla 1).



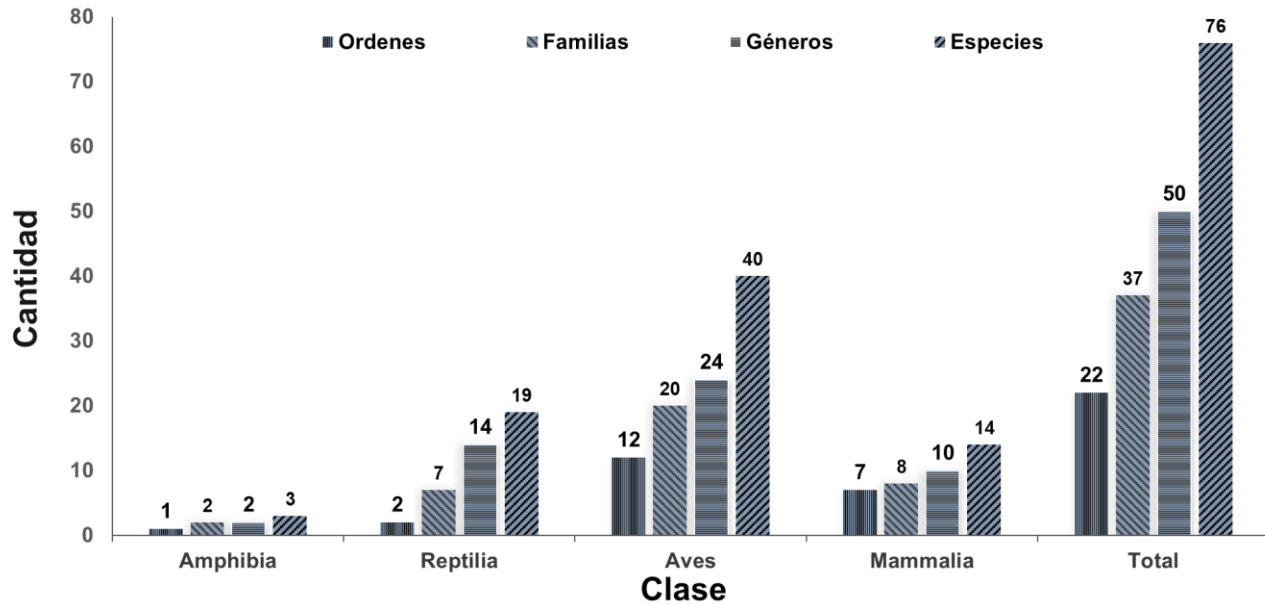


**Figura 2.** Especies con más eventos de atropellamiento, Oso melero (*Tamandua tetradactyla*), Chucha (*Dipelphis marsupialis*), Sapo Común (*Rhinella marina*), Iguana (*Iguana iguana*), Garrapatero (*Crotophaga ani*), Búho (*Megascops choliba*).

**Tabla 1.** Clasificación taxonómica y número de individuos de animales, encontrados en la carretera Villavicencio-Barranca de Upía (Meta) Colombia.

Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Núm. De Ind.
<b>Amphibia</b>	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella</i>	<i>Rhinella marina</i> Linnaeus, 1758	14
				<i>Rhinella</i> sp	28
<b>Reptilia</b>	Squamata	Hylidae	<i>Sinax</i>	<i>Scinax</i> sp	4
				<i>Amphisbaena alba</i> Linnaeus, 1758	2
		Boidae	<i>Boa</i>	<i>Amphisbaena fuliginosa</i> Linnaeus, 1758	2
				<i>Boa constrictor</i> Linnaeus, 1758	1
			<i>Corallus</i>	<i>Corallus ruschenbergerii</i> (COPE, 1875)	1
				cf. <i>Corallus</i>	1
		Colubridae	<i>Epicrates</i>	<i>Epicrates</i> sp	1
				<i>Chironius</i> sp	2
			<i>Erythrolamprus</i>	<i>Erythrolamprus bizona</i> Jan, 1863	2
				<i>Leptodeira</i>	1
			<i>Lygophis</i>	<i>Lygophis lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	1
				<i>Mastigodryas</i>	3
			<i>Spilotes</i>	<i>Mastigodryas bifossatus</i> (Raddi, 1820)	1
				<i>Spilotes pullatus</i> (Linnaeus, 1758)	1
			NI	sp2	1
				Sp14	1
		Iguanidae	<i>Iguana</i>	<i>Iguana iguana</i> (Linnaeus, 1758)	17
		Teiidae	<i>Tupinambis</i>	<i>Tupinambis teguixin</i> (Linnaeus, 1758)	3
		Viperidae	<i>Bothrops</i>	<i>Bothrops atrox</i> (Linnaeus, 1758)	2
		NI	NI	sp8	1
<b>Aves</b>	Testudines	Podocnemididae	<i>Podocnemis</i>	<i>Podocnemis vogli</i> Müller, 1935	3
	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis</i>	<i>Ortalis guttata</i> (Spix, 1825)	1
	Cathartiforme	Cathartidae	<i>Coragyps</i>	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1783)	4
	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis</i>	<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	1
	Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago</i>	<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	6
			<i>Falco</i>	<i>Falco</i> sp	1
				<i>Falco femoralis</i> Temminck, 1822	1
				<i>Falco</i> cf. <i>sparverius</i>	1
				<i>Columba livia</i> Gmelin, 1789	1
	Columbiformes	Columbidae	<i>Columba</i>	<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1809)	1
				<i>Eupsittula pertinax</i> (Linnaeus, 1758)	1
	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula</i>	<i>Eupsittula pertinax</i> (Linnaeus, 1758)	1
	Cuculiforme	Cuculidae	<i>Crotophaga</i>	<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	7
				<i>Crotophaga</i> cf. <i>major</i>	2
	Strigiformes	Strigidae	<i>Megascops</i>	<i>Megascops choliba</i> (Vieillot, 1817)	7
	Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle</i>	<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790)	1
				<i>Momotus momota</i> (Linnaeus, 1766)	1
		Momotidae	<i>Momotus</i>		

	Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus</i>	<i>Pteroglossus castanotis</i> Gould, 1834	<b>4</b>
	Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus</i>	<i>Thamnophilus doliatus</i> (Linnaeus, 1764)	<b>1</b>
		Tyrannidae	<i>Pitangus</i>	<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	<b>1</b>
			<i>NI</i>	<i>sp4</i>	<b>1</b>
		Corvidae	<i>Cyanocorax</i>	<i>Cyanocorax violaceus</i> Du Bus, 1847	<b>4</b>
		Turdidae	<i>Turdus</i>	<i>Turdus ignobilis</i> Sclater, 1857	<b>2</b>
		Thraupidae	<i>Tangara</i>	<i>Tangara sp</i>	<b>1</b>
			<i>Thraupis</i>	<i>Thraupis palmarum</i> (Wied, 1821)	<b>2</b>
		Icteridae	<i>Gymnomystax</i>	<i>Gymnomystax mexicanus</i> (Linnaeus, 1766)	<b>1</b>
			<i>Molothrus</i>	<i>Molothrus sp</i>	<b>2</b>
				<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	<b>1</b>
			<i>Quiscalus</i>	<i>Quiscalus lugubris</i> Swainson, 1838	<b>1</b>
			<i>Sturnella</i>	<i>Sturnella magna</i> (Linnaeus, 1758)	<b>2</b>
	NI	NI	<i>NI</i>	<i>NI</i>	<b>9</b>
<b>Mammalia</b>	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis</i>	<i>Didelphis sp</i>	<b>63</b>
			<i>Caluromys</i>	<i>Caluromys lanatus</i> (Olfers, 1818)	<b>2</b>
	Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon</i>	<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	<b>6</b>
	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus</i>	<i>Artibeus cf planirostris</i>	<b>1</b>
				<i>Artibeus sp</i>	<b>1</b>
	Xenarthra-Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus</i>	<i>Dasypus cf sabanicola</i>	<b>1</b>
	Xenarthra-Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Myrmecophaga</i>	<i>Myrmecophaga tridactyla</i> Linnaeus, 1758	<b>1</b>
			<i>Tamandua</i>	<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	<b>10</b>
		Megalonychidae	<i>Choloepus</i>	<i>Choloepus didactylus</i> (Linnaeus, 1758)	<b>1</b>
	Primates	Cebidae	<i>Saimiri</i>	<i>Saimiri sciureus</i> (Linnaeus, 1758)	<b>1</b>
	Rodentia	Erethizontidae	<i>Coendou</i>	<i>Coendou prehensilis</i> (Linnaeus, 1758)	<b>7</b>
		NI	<i>NI</i>	<i>sp3</i>	<b>1</b>
	NI	NI	<i>NI</i>	<i>NI</i>	<b>2</b>
<b>Total general</b>					<b>262</b>



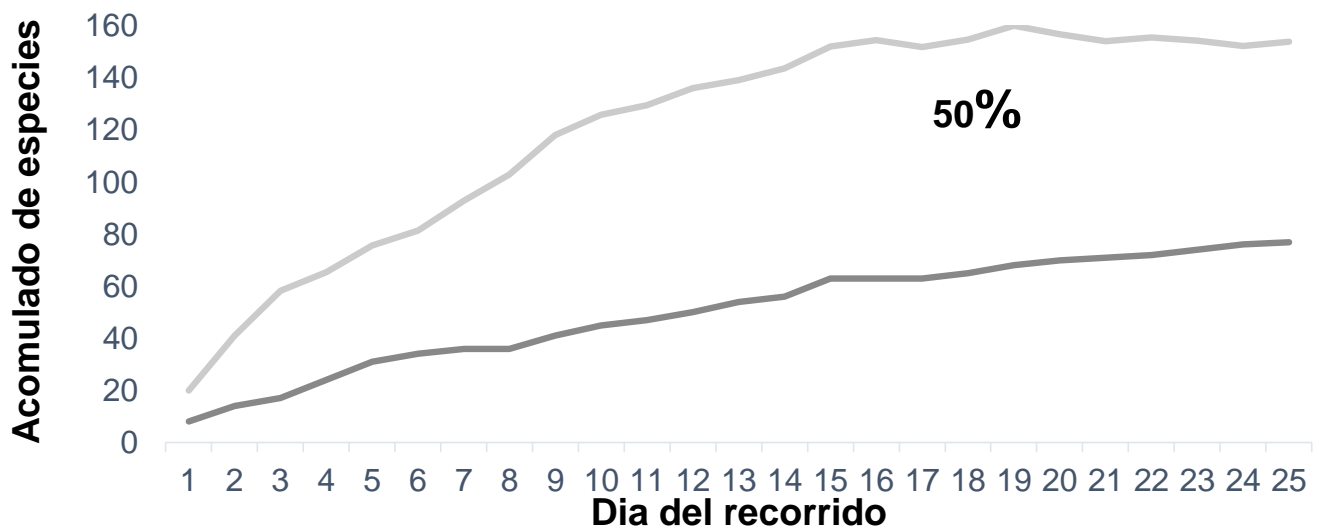
**Figura 3.** Individuos atropellados por categoría taxonómica.

#### Tamaño de la Muestra

##### Curva de acumulación de especies:

La curva observada de especies acumuladas por día recorrido representó solo el 50 % del estimador Chao 1. Esta observación sugiere que es necesario aumentar el esfuerzo de muestreo para detectar otras especies que están siendo atropelladas y no fueron registradas durante el estudio (Figura 4).

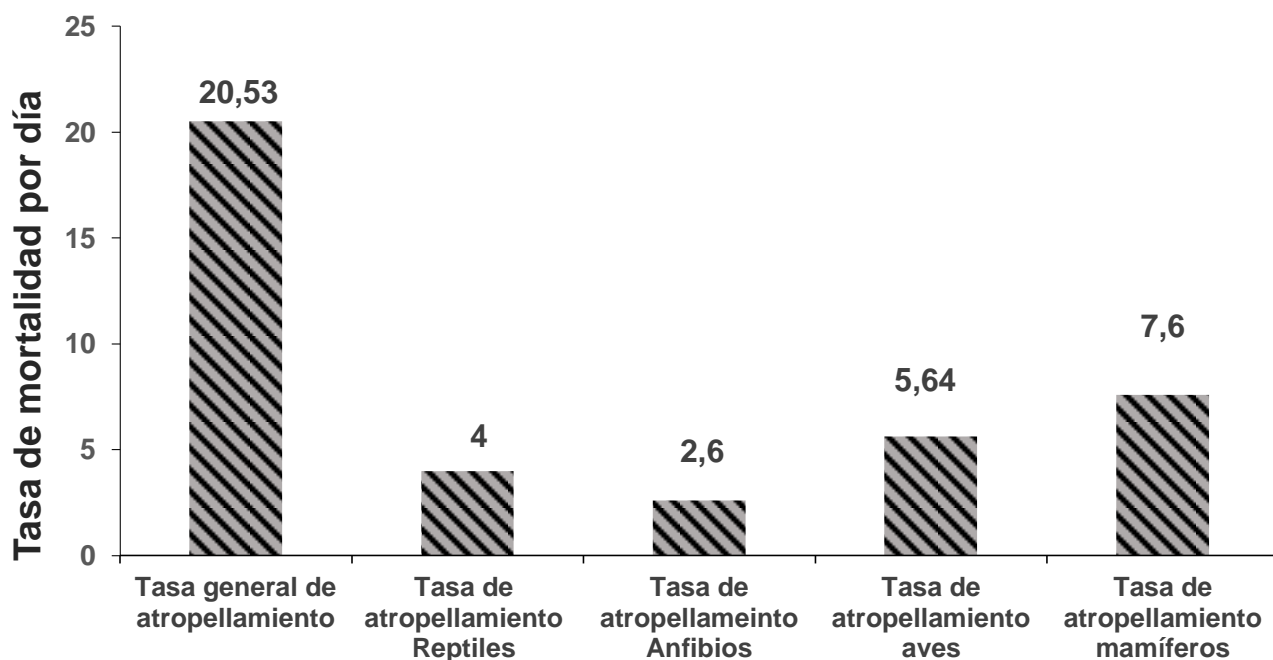
#### Curva de acumulación de especies



**Figura 4.** Curva acumulativa de especies observadas y esperadas

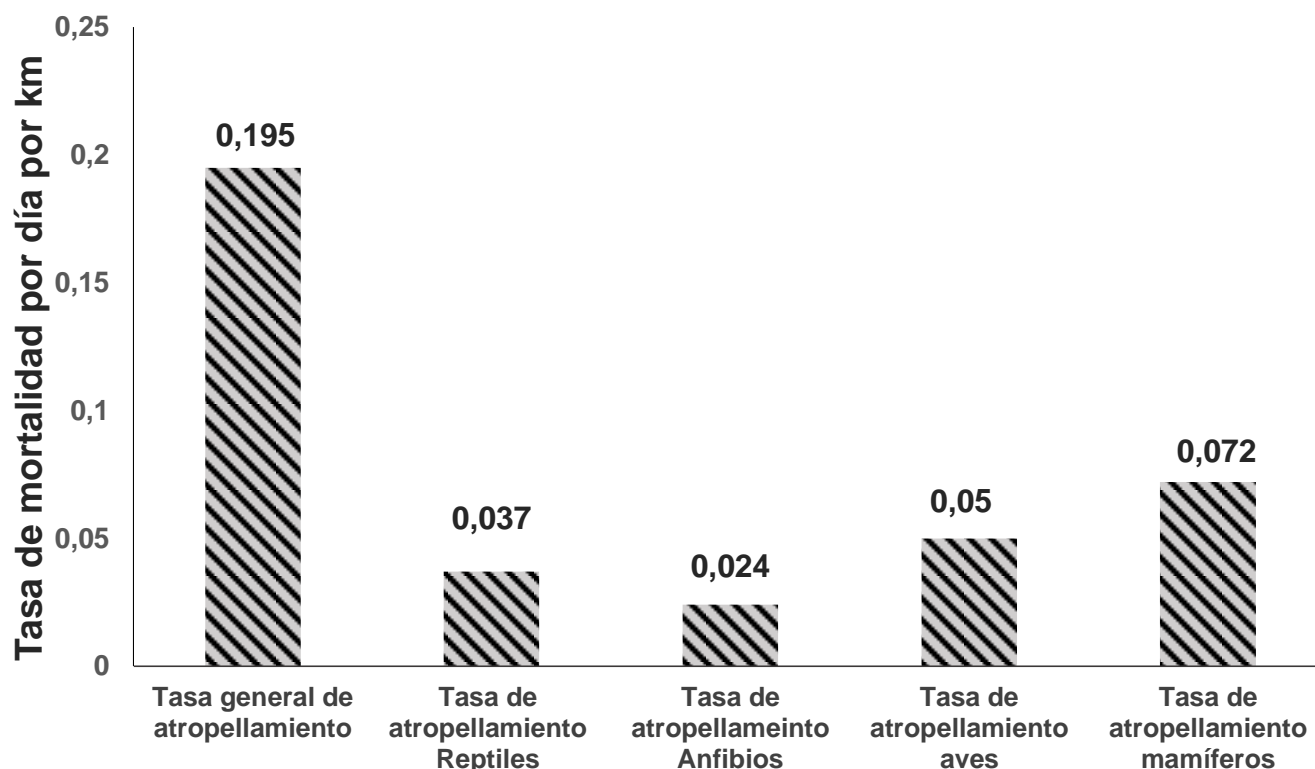
### Índice Kilométrico de Atropellamientos

Las tasas de atropellamiento, general es de 20,53 individuos por día/km, así como la tasa de atropellamiento de eventos/día/km 0,195 (Figura 5 y 6). La tasa de atropellamiento para aves fue de 5,64 individuos por día/km, pero las tasas más altas fueron para mamíferos y para la herpetofauna, en donde, para la herpetofauna fue de 7,29 individuos por día/km y mamíferos 7,6 individuos por día/km (Figura 5 y 6).



**Figura 5.** Índices kilométricos de atropellamiento por día



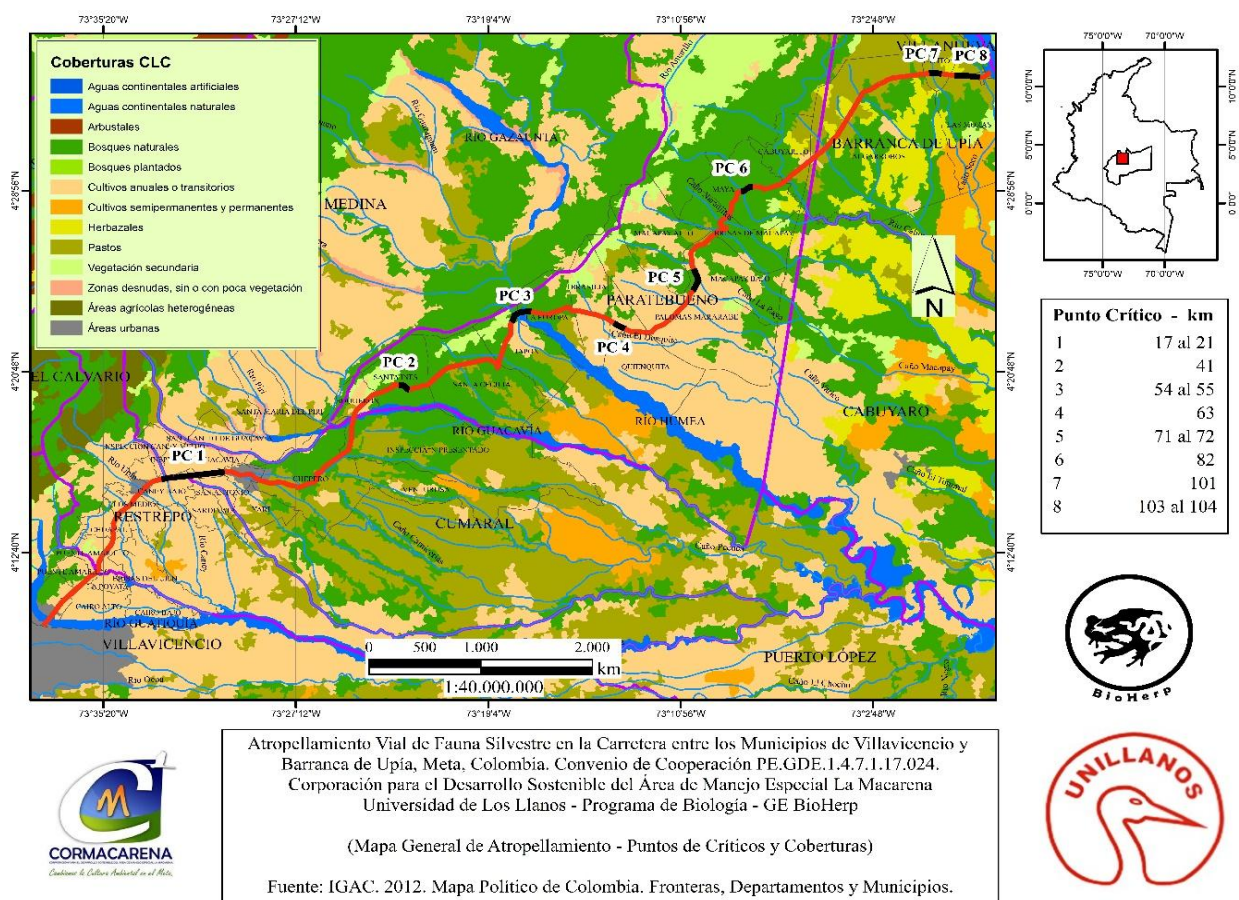


**Figura 6.** Índices kilométricos de atropellamiento por día por Km

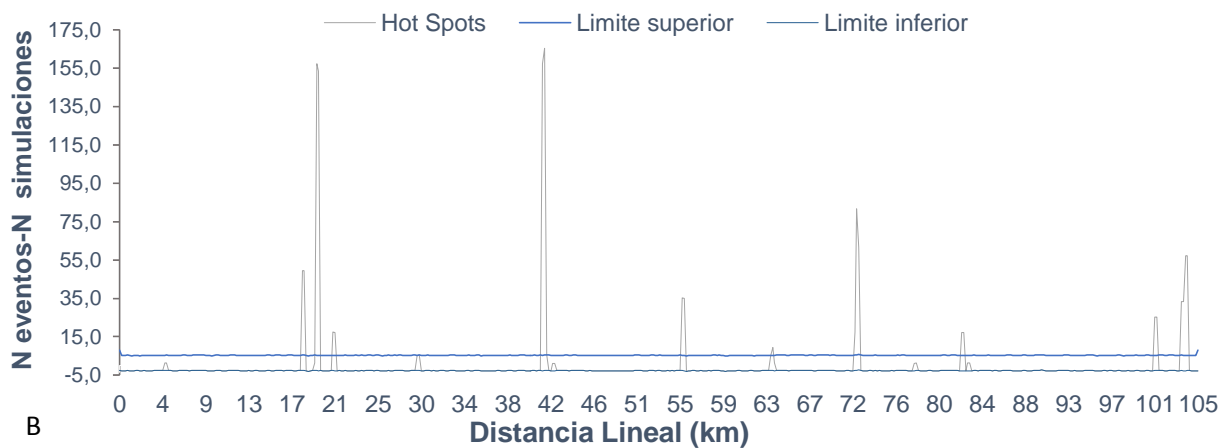
### **Determinación de eventos de colisión y puntos críticos o hotspots**

En cuanto a la identificación de puntos críticos a nivel general, se encontró ocho puntos críticos (Figura 5), el primer punto crítico se encuentra entre el kilómetro 17 y 21, el segundo en el 41, el tercero entre el kilómetro 54-55, el cuarto en el kilómetro 63, el quinto en el kilómetro 72, el sexto en el kilómetro 82, el séptimo en el kilómetro 101 y el octavo en el kilómetro 104. Se obtuvo que los kilómetros en los que se presentan los mayores eventos de atropellamiento son el kilómetro 20 y el kilómetro 41; ambos puntos críticos se encuentran en una cobertura mixta, es decir está rodeada de bosque fragmentado, una fuente de agua y pastos limpios; el punto crítico encontrado en el kilómetro 72 presenta pastos limpios, pero también se encuentra rodeado por un bosque fragmentado. Los puntos críticos encontrados se localizan en su mayoría, asociados a coberturas mixtas y cerca a fuentes hídricas

como es del km 55 y 82. Sin embargo, el punto crítico del km 63 se encuentra asociado solamente a cobertura antrópica, pero de uso agrícola (Figura 7).



A



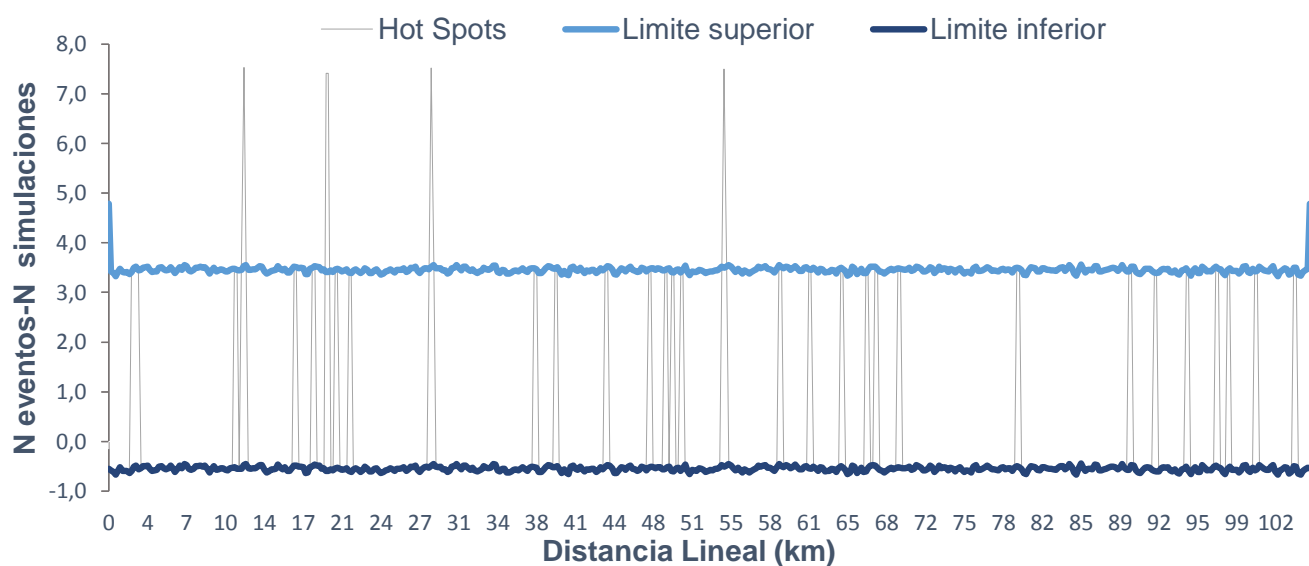
B

**Figura 7. (A)** Mapa de puntos críticos: con coberturas Corine Land Cover y en rojo la ruta I65-10 o Salinera, que comprende tres municipios del Meta: Restrepo, Cumaral, Barranca de Upía, con una

longitud de 107 km, limita con el departamento del Casanare, Pc puntos críticos. **(B)** Identificación de puntos críticos de colisión por el análisis hotspots 2D lineal.

**Determinación de eventos de colisión y puntos críticos o hotspots para cada taxón.**

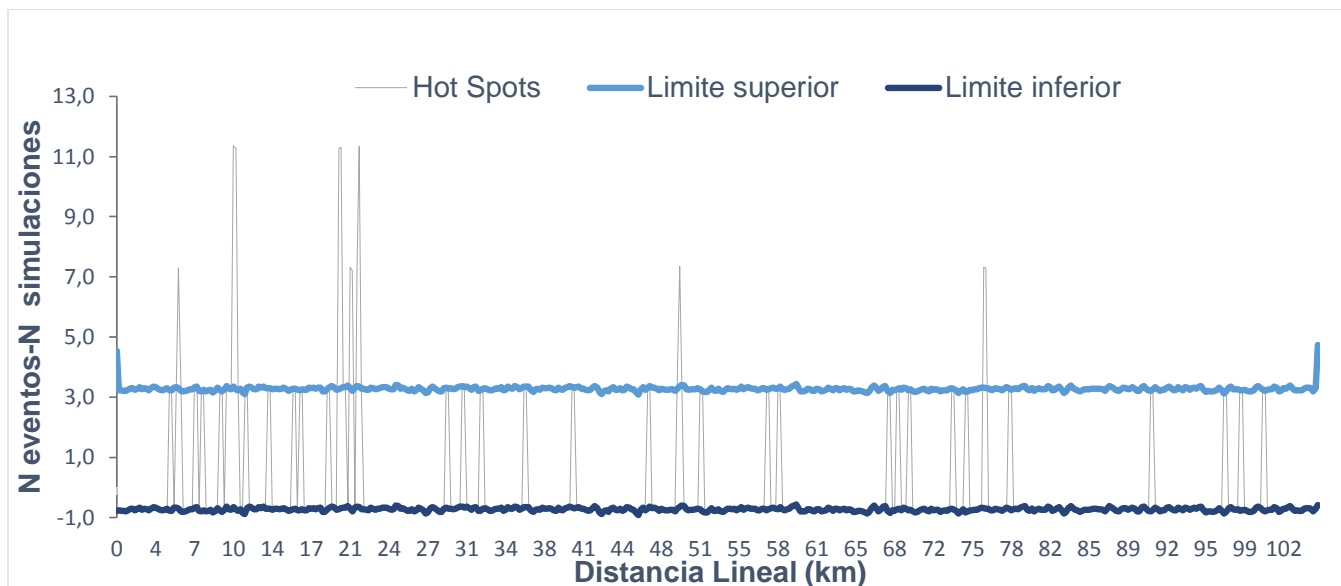
Para aves se encontraron un total de cuatro puntos críticos que se encuentran registrados en los kilómetros: 12,18-19,28-29,53-54. Estos puntos se encuentran asociados a coberturas mixtas, con presencia de pastos, algunos cultivos, áreas agrícolas y sobre todo asociadas a cuerpos de agua (Figura 8).



**Figura 8.** Puntos críticos de colisión obtenidos por análisis hotspots 2D lineal- Aves

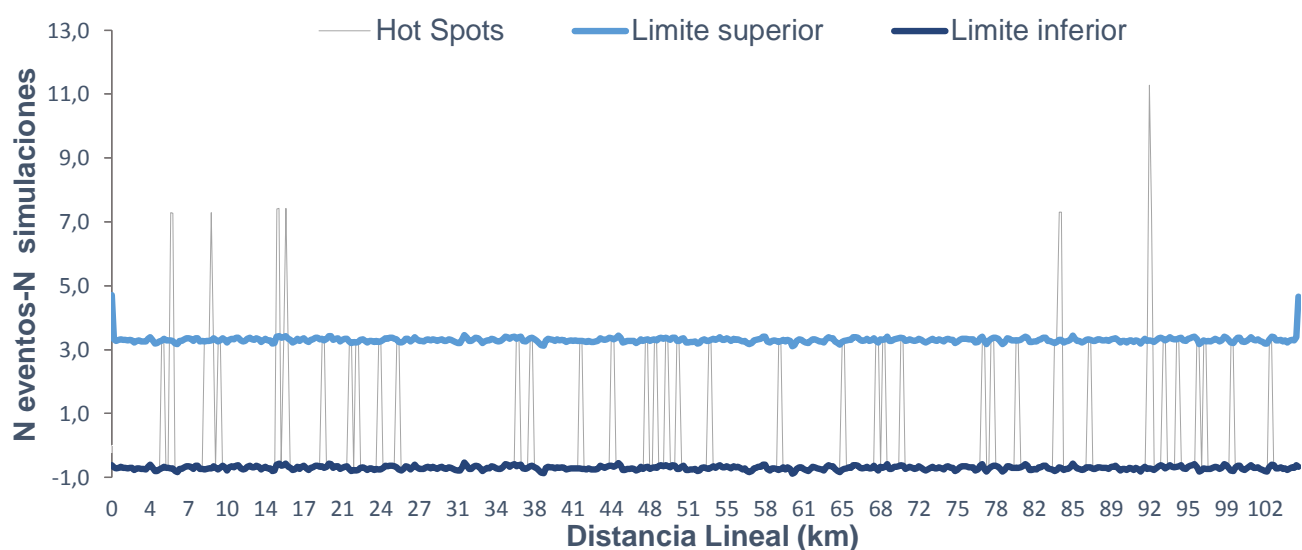
En cuanto a mamíferos se encontraron un total de seis puntos críticos, los cuales se encuentran registrados en los kilómetros: 6,10-11, 20,21,49,76. Estos puntos se encuentran asociados a coberturas mixtas, con presencia de pastos, algunos cultivos, áreas agrícolas y sobre todo asociadas a cuerpos de agua (Figura 9).





**Figura 9.** Puntos críticos de colisión obtenidos por análisis hotspots 2D lineal-Mamíferos

Para anfibios y reptiles, se encontraron un total de cinco puntos críticos, los cuales se encuentran registrados entre el kilómetro 5-6, 8-9, 15-16, 82-84 y 92. Estos puntos se encuentran asociados en su mayoría a coberturas mixtas y otras a coberturas antrópicas, presencia de pastos, algunos cultivos, áreas agrícolas y sobre todo asociadas a cuerpos de agua (Figura 10).

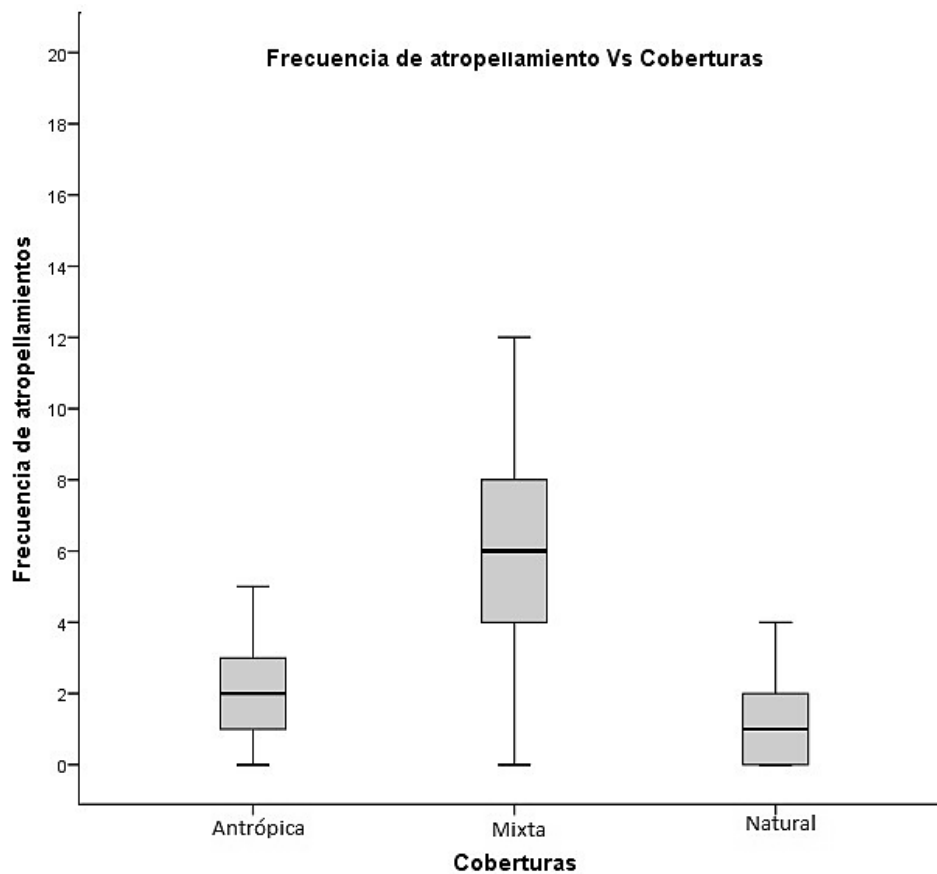


**Figura 10.** Puntos críticos de colisión obtenidos por análisis hotspots 2D lineal - Anfibios y Reptiles.

### Efecto de las coberturas vegetales sobre lo eventos de atropellamiento

Los eventos de atropellamiento no se distribuyeron aleatoriamente, de tal manera que las coberturas tuvieron diferencia significativa sobre en los eventos de atropellamiento. Para obtener lo anterior, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis con corrección de Bonferroni, que muestra una relación significativa entre la frecuencia de atropellamiento y las coberturas vegetales  $p < 0.05$ .

Además la prueba arrojó en la comparación por parejas (Figura 11), que la cobertura mixta tiene mayor efecto sobre la frecuencia de atropellamientos. Sin embargo, las comparaciones realizadas entre las tres coberturas vegetales; se observa que la cobertura antrópica y la natural no presentan diferencias significativas ( $P = 0.081$ ).



**Figura 11.** Efecto de coberturas vegetales sobre los eventos de atropellamiento de fauna silvestre. Prueba de Kruskal-Wallis con corrección de bonferroni. Diagrama de cajas simple de eventos de colisión respecto a la cobertura. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

## DISCUSIÓN

### Diversidad

En el piedemonte llanero se encuentra una de las principales vías de la región Orinoquia, la ruta I65-10 vía Villavicencio-Barranca de Upía en donde se registró un total de 262 individuos atropellados, representados en 76 especies. En el presente trabajo se halló el 10% de la riqueza de aves, el 19.383% para reptiles, 6 % para anfibios y el 8% para mamíferos reportadas para piedemonte (Martínez y Rangel-Ch *et al.*, 2014; Trujillo-P *et al.*, 2014; Solari *et al.*, 2013). Los grupos de fauna silvestre con mayor atropellamiento correspondieron a mamíferos, aves, reptiles y anfibios lo cual es similar con lo encontrado en el trabajo realizado en el 2015 por Cormacarena.

Los registros encontrados en el trabajo sugieren que la diversidad de animales encontrados no es representativa para el piedemonte. La curva de acumulación de especies indica que solo se registró el 50% de las especies que se esperaba. Esto indica que es necesario aumentar el esfuerzo de muestreo para detectar otras especies que están siendo atropelladas y no fueron registradas durante el estudio. Lo anterior tal vez se deba a que no se realizó el muestreo en época de lluvias y, estudios previos, demuestran que existe una relación positiva entre la riqueza de especies y el periodo de lluvias (Rangel *et al.*, 1995).

Se encontró que el grupo de fauna silvestre con mayores eventos de atropellamiento está representado por mamíferos, seguido de las aves, reptiles y anfibios. Lo que coincide con lo hallado para Brasil, en donde la mayor proporción estuvo representada por mamíferos seguida de aves y en proporción menor anfibios y reptiles (Junior *et al.*, 2013). En mamíferos el género *Didelphis* representa el 65% de los mamíferos registrados para este trabajo; se registra como una especie de común atropellamiento en carreteras de Antioquia y Sucre (Colombia), donde se relaciona la alta frecuencia en las colisiones con su abundancia (Delgado-V. 2007). En Brasil se registra como la más atropellada dentro de la fauna general colisionada (Junior *et al.*, 2013), igualmente para Venezuela (Seijas *et al.*, 2013). Probablemente su alto porcentaje de atropellamiento se deba a que son capaces de explotar

nuevos recursos y tienen la capacidad para adaptarse a una gran variedad de hábitats, que las hacen desplazarse a distintos lugares para obtener su alimento Cruz *et al.*, (2014), además que esta especie tiene una característica la cual es que es flexible ante las perturbaciones a las que pueda estar expuesta y presenta altas tasas de reproducción (Cabello, 2006), hecho que se puede ver representado en que algunas de las especies que se encontraron muertas, estaban junto a sus crías.

*Tamandua tetradactyla* representa el 10% de los animales registrados para este estudio. El atropellamiento en carreteras de Colombia para este género cuenta con altos porcentajes como lo reportado por Ossa-Nadjar y Ossa V Jaime, (2013); Delgado-V., (2014). El alto atropellamiento de este género posiblemente se relacione con la forma de obtener el alimento debido a su hábito de forrajeo arborícola y en algunas ocasiones terrestre. Sandoval-Gomez *et al.*, (2012) reportan que la dieta del género *Tamandua* está representada por un alto porcentaje de hormigas o termitas arborícolas lo que le hace ser una especie que forrajea en las copas de los árboles, pero también puede forrajear en el suelo y consumir hormigas del suelo.

En cuanto a aves Arroyave *et al.* (2006) mencionan que la mayoría de las especies son de hábitos oportunistas, y su comportamiento de forrajeo las hace sensibles a colisiones, lo que hace referencia a la gran cantidad de aves encontradas en este estudio. Las especies carroñeras de la familia Cathartidae, las familias Strigidae y Falconidae representaron el 31% de las aves encontradas para este estudio. Se destacaron *Megascops choliba*, *Milvago chimachima* y *Coragyps atratus*, como las especies que más atropellamientos tuvieron. Lo anterior concuerda con algunos estudios como Monroy *et al.*, (2015), Ossa-Nadjar y Ossa V Jaime, (2013) en el Caribe, Castillo-R *et al.*, (2015) en Popayán. Posiblemente la razón por la que estas especies presentaron una gran cantidad de atropellamiento se debe a que son animales que, para obtener su alimento, consumen los muertos en carretera o también Otra especie generalista que se registró con alto porcentaje de atropellamiento fue *Crotophaga ani*, se puede explicar que, debido a su comportamiento gregario, está presente en lugares abiertos, semiabiertos y algunos cultivos, los cuales se encuentran cercanos a las carreteras,

como se pudo observar realizando los muestreos. Cabe resaltar que esta ave se alimenta generalmente en el suelo y su dieta incluye desde los insectos, pequeñas serpientes, lagartijas y ranas (Skutch, 1966). También ha sido reportada en algunos estudios como especie con más atropellamiento en el caribe Ossa-Nadjar y Ossa V Jaime, (2013), De La Ossa-V & Galván-Guevara, (2015).

En cuanto a anfibios y reptiles, para México (Grosselet *et al.*, 2008) obtienen que los anfibios tuvieron mayor número de atropellamiento; para Venezuela, el grupo con mayor número de atropellamientos fueron los reptiles (Seijas *et al.*, 2013). Lo anterior coincide con el trabajo realizado en la región de los Llanos y piedemonte donde los reptiles son muy abundantes (Cormacarena y la Universidad de los Llanos en el 2015). Con respecto a aspectos ecológicos y etológicos de las especies los anfibios y reptiles poseen rasgos fisiológicos, ecológicos y comportamentales que los hacen vulnerables a los cambios ambientales producidos por las carreteras (Andrew *et al.*, 2008)

En este trabajo se encontró que el anfibio con más atropellamiento fue el sapo *Rhinella sp*, con 42 eventos de atropellamiento, representando un (91%) para los anfibios encontrados en este estudio. Es una de las especies de mayor incidencia de colisión en carreteras (Santos *et al.*, 2007, Junior *et al.*, 2013). Para Colombia Castillo-R *et al.*, (2015) reportan que el género *Rhinella* es el más afectado para anfibios con 288 atropellamientos en una vía de Popayán y Vargas-Salinas *et al.*, (2011) en Buenaventura también reportan que el único anfibio atropellado fue el sapo *Rhinella marina* Vargas-Salinas *et al.*, (2011).

Esto se debe posiblemente a que este género es de amplia distribución en el país y a que exhiben hábitos generalistas y altas tasas reproductivas (Torres y Vargas, 2014); Santos *et al.*, (2007) mencionan que puede haber diferencias en el número de atropellamientos para anfibios, en las diferentes carreteras, debido a varios factores cómo: la abundancia de sapos que y la calidad de los estanques, o cuerpos de agua que sirven de reproducción y que se encuentran cercas de la carretera.

Lo que concuerda al observar que la mayoría de los atropellamientos registrados para este grupo fue cerca de cuerpos de agua como caños, charcos, o estanques, además que mencionan que los anfibios son sensibles tanto a coberturas antrópicas como naturales Vargas-Salinas *et al.*, (2011).

En cuanto a reptiles se registró que la mayoría de eventos de atropellamiento fueron con la especie *Iguana iguana* (37%); la mayoría de las iguanas encontradas estaban al parecer en época reproductiva. Ramos y Meza-Joya (2018) reportan que *Iguana iguana* fue el reptil con más número de atropellamiento en el estudio realizado en el Magdalena y De La Ossa-V & Galván-Guevara, (2015) con 46 atropellamientos en Sucre. También se encuentra registrada en trabajos hechos en México (Puc-Sánchez *et al.*, 2013). El alto porcentaje de atropellamiento puede asociarse con su época reproductiva, momento en que las iguanas suelen atravesar las vías en busca de zonas para anidar como lo reportado por De La Ossa-V & Galván-Guevara, (2015).

#### **Índices kilométricos: Tasas de atropellamiento**

Forman *et al.*, (2003), Van der Grift *et al.*, (2013), mencionan que la mortalidad de fauna silvestre por colisiones en las carreteras, se debe a algunos aspectos principales: el primero al comportamiento de los conductores, también proponen que las carreteras y el tráfico pueden aumentar la mortalidad de fauna silvestre, lo que actúa como barrera que influye en la ecología y comportamiento de las especies.

Las tasas de atropellamiento muestran que la ruta Villavicencio-Barranca Upía tiene una tasa de atropellamientos alta con 20.53 individuos por día/km, así como la tasa de atropellamiento de eventos/día/km 0.195, con algunas similitudes a lo encontrado en la ruta Villavicencio- Cumaral del trabajo realizado por Cormacarena (2015) que tenía una tasa de atropellamiento de 0,14 eventos/día/km.

Lo anterior se ve reflejado en los Datos de Tráfico Promedio Día (TDP) en esta vía al peaje Puente amarillo (ANI, 2017) que es de 9.632 pero en época de vacaciones es de 11.152, lo que implica que el volumen de vehículos fiestas o fines de semana tiene un aumento de flujo de vehículos en la vía, sin

embargo los datos obtenidos en este estudio muestra que no hay diferencia significativa en los días muestreados, lo que sugiere que el aumento de flujo de vehículos no tiene tanta influencia en los eventos de colisión de fauna, como si ha sido demostrado en estudios anteriores donde la velocidad a la cual se conduce aumenta considerablemente las posibilidades de colisiones (Trombulak y Frissell,2000).

En cuanto a las tasas de atropellamiento para los taxones, las tasas más altas fueron para mamíferos con 7.6 y para la herpetofauna, en donde, para la herpetofauna fue de 7.29 individuos por día/km, donde el género *Rhinella* se encontró con mayor frecuencia, Vargas-Salinas *et al.*,(2011), mencionan que los anfibios aparentemente son más sensibles que los reptiles a perturbaciones generadas por la carreteras. En el estudio realizado por Santos *et al.*, (2007), se obtiene que a mayor tráfico mayor índice kilométrico de abundancia para los sapos, dependiendo de la cantidad de kilómetros que se anden.

En los mamíferos la tasa de atropellamiento fue de 7.6 individuos por día/km, para este grupo fue *Didelphis* la que se encontró con mayor frecuencia, su alta frecuencia en las colisiones puede estar relacionada a su abundancia en la región lo que concuerda con lo citado para el trabajo en Antioquia por Delgado-V., (2007). La velocidad de los vehículos impide que el conductor detecte los animales, y evite una colisión con el animal. Si estas variables primarias pudieran ser ampliamente mitigadas, la ganancia sería sustancial. En particular, si la velocidad del tráfico se redujera significativamente en áreas con alto nivel colisión (puntos críticos), esta acción única daría lugar a una reducción importante en las colisiones entre animales y vehículos (Forman *et al.*, 2003).

### **Determinación de eventos de colisión y efecto de coberturas en los atropellamientos**

En cuanto a la identificación de puntos críticos a nivel general, se encontró ocho puntos críticos, que se encuentran en su mayoría en cobertura mixta, es decir está rodeada de bosque fragmentado, una fuente de agua sea caño, humedal, charco, río y pastos limpios, lo que concordaron con los puntos críticos asociados a cada grupo taxonómico. Los eventos de atropellamiento no se distribuyeron

aleatoriamente, de tal manera que existe una relación significativa de las coberturas sobre en los eventos de atropellamiento.

La presencia en este trabajo de coberturas antrópicas y mixtas, conformada por pastos o pastizales, algunos cultivos, y cuerpos de agua, concuerda con lo citado en algunos estudios (Freitas *et al.*, 2010), donde comentan que estas características paisajísticas heterogéneas son comunes en los trópicos, en donde el uso de la tierra y los patrones de cobertura de la tierra son diversos y cambian bajo la influencia de las carreteras. Van der Ree *et al.*, (2011); Bissonette y Rosa (2009), mencionan que la vegetación cercana a las carreteras, puede proporcionar un hábitat para algunas especies, y puede verse afectada por él. El ruido antropogénico tiene el potencial de alterar severamente la comunicación de las especies por interferencia acústica, como el caso de algunas aves y anfibios afectando el canto de estas, lo que hace que la capacidad de detectar la especie es cada vez difícil y tienen que aumentar sus cantos con más frecuencia Parris y Schneider (2008); Parris *et al.*, (2009).

Otro estudio de (Langen *et al.*, 2009) revela que los atropellamientos de fauna están asociados a carreteras que tienen humedales a menos de 100 m de la carretera, y sobre todo a lado y lado de la carretera, hecho que se evidenció en que a lo largo de la carretera se observaba pequeños humedales o fragmentos de humedales muy cerca de la carretera, y allí algunos animales como anfibios eran los que más se encontraban atropellados.

Freitas *et al.*, (2015) mencionan que en los trópicos es un desafío encontrar medidas de mitigación; pero que las características del paisaje que afectan los atropellamientos de especies pueden brindar información sobre dónde se debería realizar estas acciones. Mencionan que, en América del sur, los cuerpos de agua como ríos, son características paisajísticas claves para emprender método de mitigación, en donde se pueden utilizar, gracias a la proximidad de los ríos, el uso de alcantarillas, que pueden ser útiles para algunos mamíferos o anfibios, otros mamíferos brasileños asociados con estos cuerpos de agua. Lo anterior concuerda que la mayoría de los puntos críticos fueron encontrado en cuerpos de agua.



## CONCLUSIONES

Se registró un total de 262 ejemplares atropellados pertenecientes a 76 especies para anfibios, reptiles, aves y mamíferos para un muestreo de 25 días de trabajo. Los ordenes con mayores eventos de atropellamiento fueron, el orden Didelphimorphia con 65 individuos y la familia Didelphidae, el orden Anura con 46 individuos y la familia Bufonidae, el orden Squamata con 43 individuos, y las familias Colubridae e Iguanidae, por último el orden Passeriformes con 19 individuos y las familias Strigidae y Cuculidae.

Las especies con más eventos de atropellamiento fueron *Didelphis sp*, *Tamandua tetradactyla* para mamíferos; seguidas por *Rhinella sp*, *Rhinella marina* para anfibios. En Reptiles fue *Iguana iguana*, y en cuanto a aves, *Megascops choliba* y *Crotophaga ani*. Aunque falta muestreo de fauna atropellada en la vía Villavicencio-Barranca de Upía en especial en épocas de lluvias, los datos de mortalidad de fauna por colisión en la carretera estudiada registraron que el atropellamiento de fauna silvestre es una amenaza constante para la conservación de la fauna silvestre.

Las coberturas influyen en los atropellamientos de fauna silvestre para esta vía, hecho que resalta el que los ocho puntos críticos generales que se registraron se caracterizaron por estar asociados a coberturas mixtas, es decir cobertura compuesta por bosque fragmentado, una fuente hídrica, pastos limpios y de uso agrícola junto con algunos sectores antrópicos, a excepción del punto crítico del kilómetro 63, que está asociado únicamente a cobertura antrópica de uso agrícola.

## RECOMENDACIONES

1. Pedagogía vial a los conductores: esta medida puede empezar con la sensibilización de la problemática asociada al atropellamiento de fauna vial, en las escuelas de conducción para aquellos que hasta ahora van a empezar a conducir seguidas de campañas de sensibilización en carretera, acompañados de los actores viales, en puntos críticos y con la ayuda panfletos.
2. Adecuaciones y señalizaciones: es necesario que las carreteras y corredores sean más abiertos y anchos en los lugares clave para mejorar el campo de visión del conductor y puedan ver con mayor facilidad los animales en la carretera. Señales viales fácil de interpretar y de disminución de velocidad en los puntos críticos. Tener luces sensibles al movimiento e indicadores a lo largo de las carreteras, que podrían utilizarse tanto para mejorar los viajes de los conductores y a los animales para que puedan cruzar fácilmente.
3. Los pasafaunas en los puntos críticos, se debe tener en cuenta las características de los animales y la carretera, para que sean efectivos.
4. Restaurar a sus condiciones naturales arroyos o humedales alterados cercanos la vía.
5. Establecer corredores apropiados y escalones para mejorar el movimiento de la vida silvestre.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ANI- Agencia Nacional de Infraestructura. 2015. Corredor vial Villavicencio -Yopal.
2. Acevedo-Charry OA, Pinto-Gómez A, Rangel-Ch O. 2014. Birds of the Orinoquian region of Colombia: A review on its records. In *Colombia Diversidad Biotica XIV* p. 691–750.
3. Andrews KM, Gibbons JW. 2005. How do highways influence snake movement? Behavioral responses to roads and vehicles. *Copeia*, 2005(4): 772-782.
4. Andrews KM, Gibbons JW, Jochimsen DM, Mitchell J. 2008. Ecological effects of roads on amphibians and reptiles: a literature review. *Herpetological Conservation*, Cap 9, 3:121-143.
5. Arroyave MDP, Gómez C, Gutiérrez ME, Múnera DP, Zapata PA, Vergara IC, Ramos KC. 2006. Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista EIA* (5): 45-57.
6. Bissonette JA, SA Rosa. 2009. Road zone effects in small-mammal communities. *Ecology and Society* 14(1): 27.
7. Boarman WI, Sazaki, M. (2006). A highway's road-effect zone for desert tortoises (*Gopherus agassizii*). *Journal of Arid Environments*, 65(1): 94-101.
8. Bueno C, Sousa COM, Freitas SR. 2015. Habitat or matrix: which is more relevant to predict road-kill of vertebrates? *Brazilian Journal of Biology*, 75(4): 228-238.
9. Cabello DR. 2006. Reproduction of *Didelphis marsupialis* (Didelphimorphia: Didelphidae) in the Venezuelan Andes. *Acta theriologica*, 51(4): 427-433.
10. Castro-h F, Ayala S. 1988. *Saurios de Colombia*, p. 692.
11. Castro-h F. 2008. Taxonomía de grupos mayores de anfibios y reptiles colombianos: CLAVE PARA LA IDENTIFICACION DE ORDENES Y SUBORDENES DE REPTILIA COLOMBIANA. *Curso De Herpetologia*, p 88.
12. Castillo-R, JC, Urmendez-MD, Zambrano-G G. 2015. Mortalidad de fauna Por atropello VeHiCular en un seCtor de la Vía PanaMeriCana entre PoPaYÁn Y Patía. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 19(2):207-219.
13. Chao A. 1984. Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of statistics*, 11(4):265-270.
14. Clevenger AP, Chruszcz B, Gunson KE. 2003. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. *Biological conservation*, 109(1): 15-26.
15. Coelho IP, Teixeira FZ, Colombo P, Coelho AVP, Kindel A. 2012. Anuran road-kills neighboring a peri-urban reserve in the Atlantic Forest, Brazil. *Journal of Environmental Management*, 112, 17–26.

16. Coelho AVP, Coelho IP, Teixeira FT, Kindel A. 2014. Siriema: road mortality software. User's Manual V. 2.0. NERF, UFRGS, Porto Alegre, Brazil. Available at: [www.ufrgs.br/siriema](http://www.ufrgs.br/siriema).
17. Coffin AW. 2007. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. *Journal of transport Geography*, 15 (5): 396-406.
18. Colwell RK, Chang XM, Chang J. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*, 85(10): 2717–2727.
19. CORMACARENA-Universidad de los Llanos 2015. Diagnóstico de atropellamiento vial de fauna silvestre e identificación de puntos críticos en tres rutas principales del departamento del Meta. CORMACARENA-Universidad de los Llanos. p. 51.
20. Cupul F. 2002. Víctimas de la carretera: fauna apachurrada. *Gaceta cUc. departamento deficiencias. centro Universitario de la costa. México*. 2 pp.
21. Cruz-Salazar B, Ruiz-Montoya L, Navarrete-Gutiérrez D, Espinoza-Medinilla EE, Vázquez-Domínguez E, Vázquez LB. 2014. Diversidad genética y abundancia relativa de *Didelphis marsupialis* y *Didelphis virginiana* en Chiapas, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85(1): 251-261.
22. De LA Ossa-Nadjar, O, De LA Ossa VJ. 2013. Fauna Silvestre Atropellada en dos Vías Principales que Rodean los Montes María, Sucre, Colombia. *Rev. Colombiana Cienc. Anim*, 5(1):158–164.
23. De La Ossa-V J, Galván-Guevara S. 2015. Registro de mortalidad de fauna silvestre por colisión vehicular en la carretera Tolviejo–ciénaga La Caimanera, Sucre, Colombia. *Biota Colombiana*, 16(1): 67-77.
24. De La Ossa-V J, De La Ossa-Nadjar O, Medina-Bohórquez E. 2015. Atropellamiento de fauna silvestre. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 7(1): 109-116.
25. Delgado-V C A. 2007. Muerte de mamíferos por vehículos en la vía del Escobero, Envigado (Antioquia), Colombia. *Actual Biol*, 29(87): 229-233.
26. Delgado-V C A. 2014. Adiciones al atropellamiento vehicular de mamíferos en la vía del escobero, envigado (Antioquia), Colombia. *Revista EIA*, 11(22): 147-153.
27. Duellman, W. E., Schlager, N., & Trumpey, J. E. (2003). *Grzimek's Animal Life Encyclopedia; Volume 6: Amphibians*. Gale.
28. Freitas SRD, Oliveira AND, Ciocheti G, Vieira MV, Matos DMDS. 2015. How landscape patterns influence road-kill of three species of mammals in the Brazilian Savanna. *Oecologia Australis*, 18: 35-45.

29. Freitas SR, Hawbaker TJ, Metzger JP. 2010. Effects of roads, topography, and land use on forest cover dynamics in the Brazilian Atlantic Forest. *Forest Ecology and Management*, 259(3): 410-417.
30. Forman R, Sperling D, Bissonette J, Clevenger A, Cutshall C, Dale V, Winter T. 2003. *Road ecology: science and solutions*, Washington, p.529.
31. Fu W, Liu S, Degloria SD, Dong S, Beazley R. 2010. Characterizing the “fragmentation–barrier” effect of road networks on landscape connectivity: A case study in Xishuangbanna, Southwest China. *Landscape and urban planning*, 95(3): 122-129.
32. Hilty S L, Brown B. 1986. *A guide to the birds of Colombia*. Princeton University Press, p. 839.
33. IDM- Instituto de Desarrollo del Meta. 2009. Plan vial departamento del Meta 2009 - 2018.
34. IDEAM- 2004. Características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, Colombia.
35. Jones DN, Bernede L, Bond ARF, Dexter C, Strong CL. 2016. Dust as a contributor to the road-effect zone: a case study from a minor forest road in Australia. *Australasian Journal of Environmental Management*, 23(1): 67-80.
36. Junior RO, Lima JP, Santos ALW, Aride, PHR 2012. Caracterización de la fauna de vertebrados atropellada en la carretera BR 174, Amazonas, Brasil. *Colombia Journal of Animal Ciencia*, 4 (2):291-307.
37. Langley RL, Higgins SA, Herrin KB. 2006. Risk factors associated with fatal animal-vehicle collisions in the United States, 1995–2004. *Wilderness & environmental medicine*, 17(4):229-239.
38. Langen T A, Ogden KM, Schwarting L L. 2009. Predicting hot spots of herpetofauna road mortality along highway networks. *The Journal of Wildlife Management*, 73(1):104-114.
39. Lester D. 2015. Effective Wildlife Roadkill Mitigation. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 3(1): 42–51.
40. López-Herrera DF, León-Yusti M, Guevara-Molina SC, Vargas-Salinas F. 2016. Reptiles en corredores biológicos y mortalidad por atropellamiento vehicular en Barbas-Bremen, Quindío, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(156): 484-493.
41. Martínez AP, Rangel-ch JO. 2014. Mammals of the Orinoquian region of Colombia. In *Colombia Diversidad Biotica XIV* p. 751–784.
42. MADS- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2014. Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de Colombia ante el Convenio de Diversidad Biológica. Bogotá, D.C, Colombia. p.101.

43. Monroy MC, De La Ossa-lacayo A, De La Ossa-V J. 2015. Tasa de atropellamiento de fauna silvestre en la vía San Onofre–María la baja, Caribe Colombiano. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 1(27): 88-95.
44. Moreno CE Halffter G. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *J. Appl. Ecol.*, 37:149-158.
45. Nates-Parra G, Rodriguez CA 2011. Forrajeo en colonias de *Melipona eburnea* (Hymenoptera: Apidae) en el piedemonte llanero (Meta, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, 37(1): 121-127.
46. Parris KM, Velik-Lord M, North JM. 2009. Frogs call at a higher pitch in traffic noise. *Ecology and Society*, 14(1).
47. Parris K, Schneider A. 2009. Impacts of traffic noise and traffic volume on birds of roadside habitats. *Ecology and society*, 14(1).
48. Puc-Sánchez JI, C Delgado-Trejo, E Mendoza- Ramírez, I Suazo-Ortuño. 2013. Las carreteras como una fuente de mortalidad de fauna silvestre en México. *CONABIO Biodiversitas* 11: 12-16.
49. Quintero-Ángel A, Osorio-Dominguez D, Vargas-Salinas F, Saavedra-Rodríguez CA. 2012. Roadkill rate of snakes in a disturbed landscape of Central Andes of Colombia. *Herpetology Notes*, 5:99-105.
50. Rangel-ch JO. 1995. Colombia, diversidad biótica I. Instituto de Ciencias Naturales. p.442.
51. Restall RL, Rodner C, Lentino R. 2006. *Birds of northern South America*. Christopher Helm. p. 656.
52. Rodríguez-Prieto I, Fernández-Juricic E. 2005. Effects of direct human disturbance on the endemic Iberian frog *Rana iberica* at individual and population levels. *Biological Conservation*, 123(1): 1-9.
53. Rueda-Almonacid JV, Lynch JD, Amézquita A. 2004. *Libro rojo de los anfibios de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, p 146.
54. Sandoval-Gómez VE, Ramírez-Chaves HE, Marín D. 2012. Registros de hormigas y termitas presentes en la dieta de osos hormigueros (Mammalia: Myrmecophagidae) en tres localidades de Colombia. *Edentata*, 13: 1-9.
55. Santos X, Llorente GA, Montori A, Carretero M A, Franch M, Garriga N, Richter-BoixA. 2007. Evaluating factors affecting amphibian mortality on roads: the case of the Common Toad *Bufo bufo*, near a breeding place. *Animal biodiversity and conservation*, 30(1):97-104.
56. Santos SM, Carvalho F, Mira A. 2011. How long do the dead survive on the road? Carcass persistence probability and implications for road-kill monitoring surveys. *PLoS ONE*, 6(9).

57. Solari S, Muñoz-saba Y, Rodríguez-mahecha JV, Defler TR, Ramírez-chaves HE, Trujillo F. 2013. De Los Mamíferos De Colombia. *Mastozoología Neotropical*, 20(2):301–365. Retrieved from <http://www.sarem.org.ar>
58. Skutch AF. 1966. Life history notes on three tropical American cuckoos. *The Wilson Bulletin*, p. 139-165
59. Teixeira FZ, Coelho AVP, Esperandio IB, Kindel A 2013. Vertebrate road mortality estimates: effects of sampling methods and carcass removal. *Biological Conservation*, 157: 317-323.
60. Teixeira FZ, Coelho IP, Esperandio IB, Oliveira NR, Porto FP, S. Dornelles S, Kindel A. 2013 a. Are road-kill hotspots coincident among different vertebrate groups? *Oecologia Australis*, 17(1): 36-47.
61. Trombulak SC, Frissell CA. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation biology*, 14(1): 18-30.
62. Trujillo-P A, Carvajal-C JE, Rangel-ch, JO. 2014. Reptiles of the Orinoquian region of Colombia. In *Colombia Diversidad Biotica XIV* p. 635–664.
63. Torres O, Vargas F.2014. *Rhinella humboldti*. Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia. Vol. 2 (2):19-23p.
64. Vargas-Salinas F, Delgado-Ospina I, López-Aranda F. 2011. Mortalidad por atropello vehicular y distribución de anfibios y reptiles en un bosque subandino en el occidente de Colombia. *Caldasia*, 33(1): 121-138.
65. Van der Grift EA, Van der Ree R, Fahrig L, Findlay S, Houlahan J, Jaeger JA, Olson L. 2013. Evaluating the effectiveness of road mitigation measures. *Biodiversity and Conservation*, 22(2): 425-448.
66. Van der Ree R, Jaeger JA, van der Grift EA, Clevenger AP. 2011. Effects of roads and traffic on wildlife populations and landscape function: road ecology is moving toward larger scales. *Ecology and society*, 16(1):48.
67. Vanegas GAB 2015. Evolución de la integridad estructural de ecosistemas lóticos del piedemonte llanero frente a la intervención antrópica. *Acta Biológica Colombiana*, 20(2).

**Capítulo 2. Artículo científico resultado de investigación**  
**Revista Orinoquía**  
**ISSN 0121-3709**



# **ATROPELLAMIENTO VIAL DE FAUNA SILVESTRE EN LA CARRETERA ENTRE LOS MUNICIPIOS DE VILLAVICENCIO-BARRANCA DE UPÍA (META), COLOMBIA**

## **Road mortality of wildlife on the road between the municipalities of Villavicencio-Barranca de Upía (Meta), Colombia**

Atropelamento da fauna selvagem na rodoviária dos municípios do villavicencio-barranca do Meta, Colombia

Isabela Durán-Galindo <sup>1\*</sup> Jorge Astwood-Romero<sup>1</sup>, Jorge Pachón García<sup>1</sup>, Nattaly Tejeiro-Mahecha<sup>1</sup> Fabian Hernandez<sup>1</sup> Carlos Alberto Parra Sandoval<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudiante, Msc, PhD, Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos. Km 12 Vía Puerto López, vereda Barcelona, Villavicencio, Meta

<sup>2</sup> Médico veterinario, Cormacarena

[Isabela.duran@unillanos.edu.co](mailto:Isabela.duran@unillanos.edu.co).

## **RESUMEN**

La infraestructura vial se implementa con el fin de mejorar la calidad de vida del ser humano, pero esta se construye sin tener en cuenta en muchas ocasiones estrategias que disminuyan los efectos directos e indirectos de las carreteras sobre la biodiversidad. Entre estos podemos encontrar la separación o aislamiento de poblaciones, barreras para el alimento, agua, y el atropellamiento de fauna silvestre. Este trabajo caracterizó el fenómeno de atropellamiento vehicular y la diversidad de fauna silvestre afectada en la ruta I65-10 que va desde Villavicencio-Barranca de Upía, departamento del Meta, Colombia. Se realizó un total de veinticinco (25) recorridos en un vehículo a velocidad constante de 40 km/h, entre las 06:00 y las 18:00 horas durante los meses de noviembre de 2017 a febrero de 2018. Se identificaron los puntos críticos de los eventos de atropellamiento, coberturas adyacentes las cuales se dividieron en: coberturas naturales, antrópicas y mixtas, junto con los taxones con mayor frecuencia de atropellamiento, para lo cual se utilizó el software SIRIEMA- Road Mortality

Software V. 2.0. Se registró un total de 262 ejemplares atropellados pertenecientes a 76 especies, 50 generos, 37 familias y 22 ordenes, distribuidas entre anfibios, reptiles, aves y mamíferos durante los 25 días de muestreo en la vía. Los ordenes y familias con mayores eventos de atropellamiento fueron, el orden Didelphimorphia con 65 individuos y la familia Didelphidae, el orden Anura con 46 individuos y la familia Bufonidae, el orden Squamata con 43 individuos, y las familias Colubridae e Iguanidae, por último el orden Passeriformes con 19 individuos Strigidae y Cuculidae. Las especies con más eventos de atropellamiento por clase fueron *Didelphis sp*, *Tamandua tetradactyla*, *Rhinella marina*, *Iguana iguana*, *Megascops choliba* y *Crotophaga ani* pertenecientes a las familias Didelphidae, Myrmecophagidae, Bufonidae, Iguanidae, Strigidae y Cuculidae. De acuerdo con los resultados, los eventos de atropellamiento son estadísticamente diferentes entre las coberturas, se encontró ocho puntos críticos asociados a las coberturas mixtas es decir cobertura compuesta por bosque fragmentado, una fuente hídrica, pastos limpios y de uso agrícola junto con algunos sectores antrópicos y uno asociado a cobertura antrópica de uso agrícola. En cuanto los puntos críticos específicos se encontraron para anfibios y reptiles 5, aves 4, mamíferos 6, registrados una parte en cobertura natural y antrópica, pero en su mayoría fueron registrados en cobertura mixta. Los eventos de atropellamiento no evidenciaron distribución aleatoria, de tal manera que el patrón de colisiones encontrado a lo largo de la vía indica que la mezcla de coberturas entre naturales y antrópicas probablemente favorece a los eventos de atropellamiento. Por lo cual la identificación de estos puntos críticos son clave para la implementación de estrategias que disminuyan los eventos de colisión de fauna atropellada en esta vía.

**Palabras Clave:** Piedemonte; Orinoquia; Colisión; Animales silvestres.

## **ABSTRACT**

The infrastructure can be implemented to improve the quality of life of the human being, but this can be built into account on many occasions strategies that reduce the direct and indirect effects of roads on biodiversity. Among these we can find the separation or isolation of the populations, the barriers for food and water, and the run-over of wildlife. This work was characterized by the phenomenon of vehicular run-over and the diversity of wildlife affected on the I65-10 route from Villavicencio-Barranca de Upía, department of Meta, Colombia. A total of twenty-five (25) trips were made in a vehicle at a constant speed of 40 km / h, between 06:00 and 18:00 during the months of November 2017 to February 2018. The points were identified

critics of the events of run over, adjacent coverages, which were divided into: natural, anthropic and mixed coverage, together with the taxa with the highest frequency of running over, for which the software SIRIEMA- Road Mortality Software V. 2.0 was used. A total of 262 trampled individuals belonging to 76 species, 50 genera, 37 families and 22 orders distributed among amphibians, reptiles, birds and mammals were recorded during the 25 days of road sampling. The orders with the greatest events of trampling were, the order Didelphimorphia with 65 individuals and the family Didelphidae, the order Anura with 46 individuals and the family Bufonidae, the order Squamata with 43 individuals, and the families Colubridae and Iguanidae, finally the order Passeriformes with 19 individuals and the families Strigidae y Cuculidae. The species with the most traffic events per class were *Didelphis sp*, *Tamandua tetradactyla*, *Rhinella marina*, *Iguana iguana*, *Megascops choliba* and *Crotophaga ani* belonging to the families Didelphidae, Myrmecophagidae, Bufonidae, Iguanidae, Strigidae and Cuculidae. According to the results, the traffic events are statistically different among the coverages, eight critical points were found associated to the mixed coverage made up of fragmented forest, a water source, clean pastures and of agricultural use together with some anthropogenic sectors and one associated with anthropic coverage of agricultural use. As soon as the specific critical points were found for amphibians and reptiles 5, birds 4, mammals 6, registered a part in natural and anthropic coverage, but they were mostly registered in mixed coverage. The traffic events did not show a random distribution, so that the collision pattern found along the road indicates that the mixture of natural and anthropic coverings probably favors the overcoming events. Therefore, the identification of these critical points are key to the implementation of strategies that reduce the collision events of fauna trampled in this way.

**Key boards:** Piedmont; Orinoquia; Collision; Wild animals.

## RESUMO

A infra-estrutura rodoviária é implementado, a fim de melhorar a qualidade da vida humana, mas isso é construído independentemente frequentemente estratégias para reduzir os efeitos diretos e indiretos de estradas sobre a biodiversidade. Entre estes encontramos a separação ou o isolamento de populações, barreiras à comida, água, e correr ao longo da vida selvagem. Este trabalho caracteriza o fenômeno do hit de veículos e diversidade de vida selvagem afetados na rota I65-10 variando de Villavicencio-Barranca de Upia, departamento de Meta, na Colômbia. Um total de vinte e cinco (25) é executado foi realizado em um veículo a uma

velocidade constante de 40 km / h 6:00-18:00 durante os meses de novembro 2017 a fevereiro de 2018. Foram identificados os pontos críticos eventos atropelamentos de hedges adjacentes que foram divididos em: coberturas naturais, antrópicos e mistas, juntamente com taxa mais frequentemente atropelado, para a qual foi utilizado o software SIRIEMA- Estrada V. software Mortalidade 2.0. As ordens e famílias com os maiores eventos de atropelamento foram, a ordem Didelphimorphia com 65 indivíduos e a família Didelphidae, a ordem Anura com 46 indivíduos e a família Bufonidae, a ordem Squamata com 43 indivíduos, e as famílias Colubridae e Iguanidae, finalmente a ordem Passeriformes. com 19 indivíduos com 19 indivíduos famílias Cuculidae Strigidae, Strigidae e Cuculidae. Um total de 262 indivíduos pertencentes a 76 espécies, gêneros 50, 37 famílias e 22 ordens distribuído entre anfíbios, répteis, pássaros e mamíferos durante os 25 dias de amostragem na faixa foi gravada. Espécies com a maioria dos eventos foram atropelados por *Didelphis sp*, *Tamandua tetradactyla*, *Rhinella marina*, *Iguana iguana*, *Megascops choliba*, *Crotophaga ani* pertencentes às famílias Didelphidae, Myrmecophagidae, Bufonidae, Iguanidae, Strigidae e Cuculidae. De acordo com os resultados, os acontecimentos de runover são estatisticamente diferentes entre as sebes, oito pontos críticos associados com cobertura mista que é feita encobrimento de floresta fragmentada, uma fonte de água, pasto limpo e uso agrícola, juntamente com alguns setores antrópicas encontrados e um associado à cobertura antrópica de uso agrícola. Como pontos críticos específicos foram encontrados para anfíbios e répteis 5 Aves 4 mamíferos 6, registrou uma participação na cobertura natural e antrópico, mas a maioria foram registrados na cobertura mista. Conclui-se que a diversidade afetados por runover é representativo da diversidade da fauna características da sub-região do Piemonte Meta. eventos runover não mostrou distribuição aleatória, de modo que o padrão de colisões encontradas ao longo da rota indica que a mistura de cobertura entre o natural eo homem provavelmente favorece eventos atropelamentos. Portanto identificar esses pontos críticos são chave para a implementação de estratégias para reduzir eventos de colisão de sucesso da vida selvagem desta forma.

Palabras Clave: Piedemonte; eOrinoquia; Colisão Animais silvestres.

**Palavras Chave:** Piemonte; Orinoquia; Colisão, Animais selvagens.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la infraestructura vial es producto de la necesidad del hombre para acceder a nuevos territorios o a los ya existentes con baja accesibilidad. Esto le ofrece la posibilidad de explorar nuevos recursos, mejorar la movilidad de la población y productos en el territorio, mejorar las condiciones de vida de comunidades aisladas, y en conjunto, al desarrollo socioeconómico de una región (Forman *et al.*, 2003; Rodríguez-Prieto y Fernández-Juricic, 2005; Coffin, 2007). A pesar de los posibles beneficios que este tipo de estructuras puedan traer, generan efectos nocivos sobre la biodiversidad y el paisaje. Estos efectos se ven evidenciados tanto en disminución de poblaciones de fauna silvestre que presentan actividad en el área donde influye la vía (Trombulak y Frissell, 2000). En cuanto al atropellamiento de fauna silvestre en carreteras, este se puede dar por dos razones principalmente: la primera es que los animales son atraídos por condiciones que ofrecen las carreteras, incluyendo sus alrededores, como por ejemplo la temperatura para ectotermos, y disponibilidad de alimentos derivados de asentamientos humanos; la segunda es que se ven forzados a cruzarlas porque se ha interrumpido su área de actividad, ya sea alimenticia, reproductiva y/o migratoria (Arroyave *et al.*, 2006).

En Colombia, se adelantan proyectos importantes de infraestructura vial, como lo es la construcción del Corredor vial Villavicencio -Yopal (ANI, 2015), sin embargo, son pocos los estudios que evalúan los efectos de la carretera sobre la fauna; para lo cual es necesario estudiar para poder reconocer cuál es la diversidad de vertebrados terrestres afectados por estas colisiones y los puntos críticos de atropellamiento vial y en dónde se pueden concentrar, y poder llevar a cabo estrategias de mitigación, ya que son muy pocas o en algunos casos son nulas (Monroy *et al.*, 2015). La región de la Orinoquía está ubicada al este del país, presenta una subregión llamada piedemonte llanero que abarca una parte de los departamentos del Meta, Casanare, Cundinamarca, Arauca, Boyacá y Caquetá; esta subregión es importante porque representa la transición entre la cordillera Oriental y la llanura, donde se observa una marcada y acelerada modificación de los ambientes naturales por la expansión de la frontera agrícola, ganadería extensiva (Vanegas, 2015), y la creciente urbanización (Nates-Parra y Rodríguez 2011).

Este trabajo se realizó con el fin de caracterizar el fenómeno de atropellamiento vehicular y la diversidad de fauna silvestre afectada en la ruta Villavicencio-Barranca de Upía, departamento del Meta, Colombia. Con base a lo anterior se desea contestar la siguiente pregunta, Cuál es la diversidad de vertebrados terrestres afectados por colisiones con automóviles en la vía Villavicencio – Barranca de Upía departamento del Meta y Dónde se ubican los puntos críticos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Localización**

Este estudio se llevó a cabo en la vía Villavicencio-Yopal también llamada Ruta turística la Salinera, que tiene una longitud estimada entre origen y destino de 266.16 Km (ANI, 2015); sin embargo, el estudio se centró en la ruta I65-10 que va desde Villavicencio a Barranca de Upía con aproximadamente 107 km de longitud. En esta ruta existe una matriz predominantemente agropecuaria, en la que también hay bosques, humedales y mezcla de sabanas.

El área presenta un clima cálido a muy húmedo, el promedio de precipitación anual va de 2270 mm a 4383 mm. Durante el año, presenta una temporada seca que va desde diciembre a marzo y una temporada de lluvias de abril a noviembre; la temperatura promedio va desde los 22 °C a 28 °C; la humedad relativa del aire oscila durante el año entre 67 y 83%, siendo mayor en los meses de junio y julio con menor humedad relativa en el primer trimestre del año (IDEAM, 2014) (Figura 1).

### **Fase de Campo**

#### **Recorridos de muestreo**

Se realizaron Veintiséis (26) Salidas de campo, una de reconocimiento del área de estudio, y veinticinco (25) recorridos de muestreo efectivo. Cada salida se realizó entre dos personas en la ruta Villavicencio - Barranca de Upía, en un vehículo contratado a una velocidad de 40 km/h. Se realizó una primera salida en septiembre y las demás desde finales de noviembre de 2017 a febrero de 2018. Los recorridos se realizaron entre semana iniciando a las 8:00 a.m. a 6:00 p.m., un recorrido en la mañana de ida y otro en la tarde de regreso, recorriendo alrededor de 214 km diarios para un total de 5350 km recorridos. La mayoría de las salidas se realizaron en época seca.

Se realizó un experimento para determinar la capacidad de detección de cada persona para observar los animales en la carretera y saber mediante el software que se utilizó, cuantos animales aproximadamente se pueden encontrar a lo largo de la carretera, dependiendo la capacidad de cada persona (Coelho *et al.*, 2014); para ello se ubicaron distintos individuos a lo largo de una carretera con condiciones parecidas a las estudiadas, y con objetos que hacen el papel de animales atropellados. Se condujo a lo largo de la carretera a una velocidad de 40 km/h y se evaluó el porcentaje de objetos detectados por los observadores.

### **Registro de ejemplares atropellados, tabulación y organización:**

Se registraron los datos de los ejemplares atropellados en un formato de recolección y se utilizaron para construir una base de datos de rutas y ejemplares en una hoja de cálculo, que incluyeron los siguientes datos: Fecha, kilometraje, municipio, hora, vereda, coordenadas geográficas (WGS84) y descripción del lugar; adicionalmente para este trabajo se definieron tres coberturas: antrópicas (sistemas agropecuarios, agroindustriales, extractivos, infraestructura), naturales (bosques, sabanas, humedales, bosques de galería, morichal) y mixtas (mezcla entre antrópicos y naturales).

Al encontrar un animal atropellado se tomaron algunas medidas de longitud, posición del animal, se registró si se encontraba en un puente, un pontón u otra obra cerca de donde se encontró el animal, presencia de asentamientos o cuerpos de agua, si el cuerpo estaba completo o severamente golpeado por los vehículos (si no se puede diferenciar sus partes bien); se tomó registro fotográfico a los caracteres diagnósticos más notables que pudiesen ayudar a la identificación de los organismos, al lugar donde se encontraba el individuo.

### **Fase de análisis**

#### **Curva de acumulación de especies:**

Las curvas de acumulación son una herramienta importante en los estudios sobre biodiversidad (Moreno y Halffter, 2000). Estas trabajan con el número de especies observadas en función de alguna medida del esfuerzo de muestreo requerido para observarlas (Colwell, 2004). Existen algunos estimadores no paramétricos, se cuenta con los estimadores desarrollados por Chao (1984) basados en la abundancia o en la incidencia de las especies.

#### **Identificación taxonómica**

La identificación de los especímenes se llevó hasta especie, siempre y cuando se pudiera con los datos tomados en campo o se dejaban en familia, género u orden, pero si no se podía

identificar simplemente se dejaba con NI, se tomó registro fotográfico, se consultó bibliografía como: Avendaño *et al.*, (2017), Hilty y Brown (1986), Restall (2006), Castro-Herrera & Ayala (1988), Rueda-Almonacid *et al.*, (2004), Castro-H (2008) y consulta a expertos.

### **Tamaño de la muestra**

Se organizaron los datos de los especímenes registrados por categoría taxonómica y se realizó una curva de acumulación de especies mediante el estimador Chao 1, calculado con el software EstimateS para determinar la representatividad de la muestra (Magurran, 1988; Colwell 2009).

### **Índice Kilométrico de Atropellamiento**

Se calcularon dos índices kilométricos de atropellamiento: uno expresado en tasa de mortalidad por día, y otro expresado en tasa de mortalidad por día por kilómetro (Teixeira *et al.*, 2013; Santos *et al.*, 2011). Esto se realizó en el software SIRIEMA- Road Mortality Software V. 2.0 (Coelho *et al.*, (2014),

### **Determinación de eventos de colisión y puntos críticos o hotspots**

Se identificaron los puntos críticos, para cada grupo taxonómico, como lo consideran Teixeira *et al.*, (2013a). Para identificar puntos críticos es decir el tramo donde se produjo la mayor concentración de accidentes dentro de un lugar, se utilizó un mapa de calor complementado con la capa de Cobertura de la Tierra de acuerdo con Corine Land Cover (IDEAM, 2010) utilizando ArcGIS 10.4. Asimismo, se utilizó el método de evaluación a escala, basada en radios de circunferencias para localizar las colisiones en las carreteras. El tramo estudiado fue dividido en fragmentos de igual longitud así: 105 fragmentos de 100 m y 526 circunferencias con 200 m de radio (Coelho *et al.*, 2012). Los puntos críticos se definieron de acuerdo con el análisis de distribución espacial K Ripley con un nivel de confianza de 95 % mediante el software libre SIRIEMA – Road Mortality Software V. 2.0 (Coelho *et al.*, 2014).

### **Efecto de las coberturas vegetales sobre lo eventos de atropellamiento**

Para determinar si las coberturas a estudiar (antrópica, natural y mixta) influyen en los atropellamientos de fauna silvestre, se realizó una prueba de Kruskal-Wallis, con corrección de Bonferroni con nivel de confianza de 95 % en el software IBM SPSS Statistics v.24. Las coberturas estudiadas son: antrópica (sistemas agropecuarios, agroindustriales, extractivos, casas, fincas), natural (bosques, sabanas, humedales, morichales, bosque de galería etc.) y mixta (mezcla entre antrópicos y naturales).



## RESULTADOS Y DISCUSION

### DIVERSIDAD

Se registró un total de 262 ejemplares atropellados pertenecientes a 76 especies, 50 generos, 37 familias y 22 ordenes durante los 25 días de muestreo en la vía. Para la clase Amphibia se encontró un total de 1 orden, 2 familias, 2 generos y 3 especies. La clase Reptilia con 2 ordenes, 7 familias, 14 generos y 19 especies. La clase Aves con 12 órdenes, 20 familias, 24 generos y 40 especies. Por último la clase Mammalia con 7 órdenes, 8 familias, 10 generos y 14 especies (Figura 3, Tabla 1).

Para mamíferos se encontró un total de 97 individuos encabezó los eventos de atropellamiento, seguida por las aves (72 individuos), reptiles (46 individuos) y finalmente anfibios (46 individuos). Las especies con más eventos de atropellamiento por clase fueron *Didelphis sp.* y *Tamandua tetradactyla*, con 63 y diez individuos respectivamente para mamíferos; seguidas por *Rhinella sp* con 28 individuos y *Rhinella marina* con 14 individuos registrados para los anfibios. En Reptiles fue *Iguana iguana*, con 17 individuos, y en cuanto a aves, *Megascops choliba* y *Crotophaga ani*, con 7 individuos cada una (Figura 2, Tabla 1).

### Tamaño de la muestra

Los registros encontrados en el trabajo sugieren que la diversidad de animales encontrados es representativa para el piedemonte. La curva de acumulación de especies (Fig.4) refleja que solo se registró el 50% de las especies que se esperaba, lo que quiere decir que, es necesario aumentar el esfuerzo de muestreo para detectar otras especies que están siendo atropelladas y no fueron registradas durante el estudio. Lo anterior tal vez se deba a que no se realizó el muestreo en época de lluvias y estudios previos demuestran que existe una relación positiva entre la riqueza de especies y el periodo de lluvias (Rangel *et al.*, 1995).

### Índice Kilométrico de Atropellamientos

En cuanto a las tasas de atropellamiento, muestra que la ruta Villavicencio-Barranca Upía presenta una tasa de atropellamientos alta con 20,53 individuos por día/km, así como la tasa de atropellamiento de eventos/día/km 0,195 (figuras 5 y 6), con algunas similitudes a lo

encontrado en la ruta Villavicencio- Cumaral del trabajo realizado por Cormacarena en el 2015 que tenía una tasa de atropellamiento de 0,14 eventos/día/km.

Lo anterior se ve reflejado en los Datos de Tráfico Promedio Día (TDP) en esta vía al peaje Puente amarillo (ANI, 2017) que es de 9,632 pero en época de vacaciones es de 11.152, lo que implica que el volumen de vehículos fiestas o fines de semana tiene un aumento de flujo de vehículos en la vía, sin embargo los datos obtenidos en este estudio muestra que no hay diferencia significativa en los días muestreados, lo que sugiere que el aumento de flujo de vehículos no tiene tanta influencia en los eventos de colisión de fauna, como si ha sido demostrado en estudios anteriores la velocidad a la cual se está conduciendo aumenta considerablemente las posibilidades de colisiones (Trombulak y Frissell,2000).

En cuanto a las tasas de atropellamiento, la tasa de atropellamiento para aves fue de 5.64 individuos por día/km (Figura 5), pero las tasas más altas fueron para mamíferos y para la herpetofauna, fue de 7.29 individuos por día/km (figura 5), en el cual el género *Rhinella* se encontró con mayor frecuencia, Vargas-Salinas *et al.*,(2011) mencionan que los anfibios aparentemente son más sensibles que los reptiles a perturbaciones generadas por la carreteras. En el estudio realizado por Santos *et al.*, (2007), se obtiene que a mayor tráfico mayor índice kilométrico de abundancia para los bufos, dependiendo de la cantidad de kilómetros que se anden.

En cuanto a mamíferos la tasa de atropellamiento fue de 7.6 individuos por día/km (Tabla 2), para este grupo fue *Didelphis* la que se encontró con mayor frecuencia, Su alta frecuencia en las colisiones puede estar relacionada a su abundancia en la región lo que concuerda con lo citado para el trabajo de la loma escobero por Delgado-V., (2007).

La velocidad de los vehículos impide que el conductor detecte los animales, y evite una colisión con el animal. Si estas variables primarias pudieran ser ampliamente mitigadas, la ganancia sería sustancial. En particular, si la velocidad del tráfico se redujera significativamente en áreas con alto nivel colisión (puntos críticos), esta acción única daría lugar a una reducción importante en las colisiones entre animales y vehículos (Forman *et al.*, 2003).

### **Determinación de eventos de colisión y puntos críticos o hotspots para cada taxón**

En cuanto a la identificación de puntos críticos a nivel general, se encontraron ocho puntos críticos (Figura 7), el primer punto crítico se encuentra entre el kilómetro 17 y 21, el segundo en el 41, el tercero entre el kilómetro 54-55, el cuarto en el kilómetro 63, el quinto en el kilómetro 72, el sexto en el kilómetro 82, el séptimo en el kilómetro 101 y el octavo en el kilómetro 104. Se obtuvo que los kilómetros en los que se presentan los mayores eventos de atropellamiento son el kilómetro 20 y el kilómetro 41; ambos puntos críticos se encuentran en una cobertura mixta, es decir está rodeada de bosque fragmentado, una fuente de agua y pastos limpios; el punto crítico encontrado en el kilómetro 72 presenta pastos limpios, pero también se encuentra rodeado por un bosque fragmentado. Los puntos críticos encontrados se localizan en su mayoría, asociados a coberturas mixtas y cerca a fuentes hídricas como es del km 55 y 82. Sin embargo, el punto crítico del km 63 se encuentra asociado solamente a cobertura antrópica, pero de uso agrícola (Figura 7).

### **Determinación de eventos de colisión y puntos críticos o hotspots para cada taxón.**

Para aves se encontraron un total de cuatro puntos críticos que se encuentran registrados en los kilómetros: 12,18-19,28-29,53-54. Estos puntos se encuentran asociados a coberturas mixtas, con presencia de pastos, algunos cultivos, áreas agrícolas y sobre todo asociadas a cuerpos de agua (Figura 8).

En cuanto a mamíferos se encontraron un total de seis puntos críticos, los cuales se encuentran registrados en los kilómetros: 6,10-11, 20,21,49,76. Estos puntos se encuentran asociados a coberturas mixtas, con presencia de pastos, algunos cultivos, áreas agrícolas y sobre todo asociadas a cuerpos de agua (Figura 9).

Para anfibios y reptiles, se encontraron un total de cinco puntos críticos, los cuales se encuentran registrados entre el kilómetro 5-6, 8-9, 15-16, 82-84 y 92. Estos puntos se encuentran asociados en su mayoría a coberturas mixtas y otras a coberturas antrópicas, presencia de pastos, algunos cultivos, áreas agrícolas y sobre todo asociadas a cuerpos de agua (Figura 10).

## **Efecto de las coberturas vegetales sobre lo eventos de atropellamiento**

Los eventos de atropellamiento no se distribuyeron aleatoriamente, de tal manera que las coberturas tienen una relación significativa sobre en los eventos de atropellamiento. Para obtener lo anterior, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis con corrección de Bonferroni, que muestra una diferencia significativa entre la frecuencia de atropellamiento y las coberturas vegetales  $p < 0.05$  aceptando la hipótesis nula, es decir hay un efecto de las coberturas sobre los eventos de atropellamiento, porque para este estudio los puntos críticos se ubicaron en las áreas que presentan coberturas antrópicas, mezcladas con coberturas naturales y en confluencia con caños, ríos y humedales cerca de la malla. La comparación por parejas (Figura 11) indica que la cobertura mixta tiene mayor efecto sobre la frecuencia de atropellamientos. Sin embargo, las comparaciones realizadas entre las tres coberturas vegetales; se observa que la cobertura antrópica y la natural no presentan diferencias significativas  $P > 0.05$ .

La presencia en este trabajo de coberturas antrópicas y mixtas, que se encuentra conformado por pastos o pastizales, algunos cultivos, y cuerpos de agua, son características paisajísticas heterogéneas comunes en los trópicos, en donde el uso de la tierra y los patrones de cobertura de la tierra son diversos y cambian bajo la influencia de las carreteras (Freitas *et al.*, 2010). Van der Ree *et al.*, (2011); Bissonette y Rosa (2009), mencionan que la vegetación cercana a las carreteras puede proporcionar un hábitat para algunas especies, y puede verse afectada por él. El ruido antropogénico tiene el potencial de alterar severamente la comunicación de las especies por interferencia acústica, como el caso de algunas aves y anfibios afectando el canto de estas, lo que hace que la capacidad de detectar la especie es cada vez difícil y tienen que aumentar sus cantos con más frecuencia Parris y Schneider (2008); Parris *et al.*, (2009).

Freitas *et al.*, (2015) mencionan que en los trópicos es un desafío encontrar medidas de mitigación; pero que las características del paisaje que afectan los atropellamientos de especies pueden brindar información sobre dónde se debería realizar estas acciones. Mencionan que, en América del sur, los cuerpos de agua como ríos, son características paisajísticas claves para emprender método de mitigación, en donde se pueden utilizar, gracias a la proximidad de los ríos, el uso de alcantarillas, que pueden ser útiles para algunos mamíferos o anfibios, otros mamíferos brasileños asociados con estos cuerpos de agua. Lo

anterior concuerda que la mayoría de los puntos críticos fueron encontrado en cuerpos de agua.

## CONCLUSIONES

Se registró un total de 262 ejemplares atropellados pertenecientes a 76 especies para anfibios, reptiles, aves y mamíferos para un muestreo efectivo de 25 días de trabajo. Los ordenes con mayores eventos de atropellamiento fueron, el orden Didelphimorphia con 65 individuos y la familia Didelphidae, el orden Anura con 46 individuos y la familia Bufonidae, el orden Squamata con 43 individuos, y las familias Colubridae e Iguanidae, por último el orden Passeriformes con 28 individuos y las familias Corvidae y Ramphastidae.

Las especies con más eventos de atropellamiento fueron *Didelphis sp*, *Tamandua tetradactyla* para mamíferos; seguidas por *Rhinella sp*, *Rhinella marina* para anfibios. En Reptiles fue *Iguana iguana*, y en cuanto a aves, *Megascops choliba* y *Crotophaga ani*. Aunque falta muestreo de fauna atropellada en la vía Villavicencio-Barranca de Upía en especial en épocas de lluvias, los datos de mortalidad de fauna por colisión en la carretera estudiada registraron que el atropellamiento de fauna silvestre es una amenaza constante para la conservación de la fauna silvestre.

Las coberturas influyen en los atropellamientos de fauna silvestre para esta vía, hecho que resalta el que los ocho puntos críticos generales que se registraron se caracterizaron por estar asociados a coberturas mixtas, es decir cobertura compuesta por bosque fragmentado, una fuente hídrica, pastos limpios y de uso agrícola junto con algunos sectores antrópicos, a excepción del punto crítico del kilómetro 63, que está asociado únicamente a cobertura antrópica de uso agrícola.

## RECOMENDACIONES

6. Pedagogía vial a los conductores: esta medida puede empezar con la sensibilización de la problemática asociada al atropellamiento de fauna vial, en las escuelas de conducción para aquellos que hasta ahora van a empezar a conducir seguidas de

campañas de sensibilización en carretera, acompañados de los actores viales, en puntos críticos y con la ayuda panfletos.

7. Adecuaciones y señalizaciones: es necesario que las carreteras y corredores sean más abiertos y anchos en los lugares clave para mejorar el campo de visión del conductor y puedan ver con mayor facilidad los animales en la carretera. Señales viales fácil de interpretar y de disminución de velocidad en los puntos críticos. Tener luces sensibles al movimiento e indicadores a lo largo de las carreteras, que podrían utilizarse tanto para mejorar los viajes de los conductores y a los animales para que puedan cruzar fácilmente.
8. Los pasa faunas en los puntos críticos, se debe tener en cuenta las características de los animales y la carretera, para que sean efectivos.
9. Restaurar a sus condiciones naturales arroyos o humedales alterados cercanos la vía.
10. Establecer corredores apropiados y escalones para mejorar el movimiento de la vida silvestre.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. ANI- Agencia Nacional de Infraestructura. 2015. Corredor vial Villavicencio -Yopal.
2. Acevedo-Charry OA, Pinto-Gómez A, Rangel-Ch O. 2014. Birds of the Orinoquian region of Colombia: A review on its records. In *Colombia Diversidad Biotica XIV* p. 691–750.
3. Andrews KM, Gibbons JW. 2005. How do highways influence snake movement? Behavioral responses to roads and vehicles. *Copeia*, 2005(4): 772-782.

4. Andrews KM, Gibbons JW, Jochimsen DM, Mitchell J. 2008. Ecological effects of roads on amphibians and reptiles: a literature review. *Herpetological Conservation*, Cap 9, 3:121-143.
5. Arroyave MDP, Gómez C, Gutiérrez ME, Múnera DP, Zapata PA, Vergara IC, Ramos KC. 2006. Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista EIA* (5): 45-57.
6. Bissonette JA, SA Rosa. 2009. Road zone effects in small-mammal communities. *Ecology and Society* 14(1): 27.
7. Boarman WI, Sazaki, M. (2006). A highway's road-effect zone for desert tortoises (*Gopherus agassizii*). *Journal of Arid Environments*, 65(1): 94-101.
8. Bueno C, Sousa COM, Freitas SR. 2015. Habitat or matrix: which is more relevant to predict road-kill of vertebrates? *Brazilian Journal of Biology*, 75(4): 228-238.
9. Cabello DR. 2006. Reproduction of *Didelphis marsupialis* (Didelphimorphia: Didelphidae) in the Venezuelan Andes. *Acta theriologica*, 51(4): 427-433.
10. Castro-h F, Ayala S. 1988. *Saurios de Colombia*, p. 692.
11. Castro-h F. 2008. Taxonomía de grupos mayores de anfibios y reptiles colombianos: CLAVE PARA LA IDENTIFICACION DE ORDENES Y SUBORDENES DE REPTILIA COLOMBIANA. *Curso De Herpetologia*, p 88.
12. Castillo-R, JC, Urmendez-MD, Zambrano-G G. 2015. Mortalidad de fauna Por atropello Vehicular en un sector de la Vía Panamericana entre Popayán Y Patía. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 19(2):207-219.
13. Chao A. 1984. Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of statistics*, 11(4):265-270.

14. Clevenger AP, Chruszcz B, Gunson KE. 2003. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. *Biological conservation*, 109(1): 15-26.
15. Coelho IP, Teixeira FZ, Colombo P, Coelho AVP, Kindel A. 2012. Anuran road-kills neighboring a peri-urban reserve in the Atlantic Forest, Brazil. *Journal of Environmental Management*, 112, 17–26.
16. Coelho AVP, Coelho IP, Teixeira FT, Kindel A. 2014. Siriema: road mortality software. User's Manual V. 2.0. NERF, UFRGS, Porto Alegre, Brazil. Available at: [www.ufrgs.br/siriema](http://www.ufrgs.br/siriema).
17. Coffin AW. 2007. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. *Journal of transport Geography*, 15 (5): 396-406.
18. Colwell RK, Chang XM, Chang J. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*, 85(10): 2717–2727.
19. CORMACARENA-Universidad de los Llanos 2015. Diagnóstico de atropellamiento vial de fauna silvestre e identificación de puntos críticos en tres rutas principales del departamento del Meta. CORMACARENA-Universidad de los Llanos. p. 51.
20. Cupul F. 2002. Víctimas de la carretera: fauna apachurrada. *Gaceta cUc. departamento deficiencias. centro Universitario de la costa. México*. 2 pp.
21. Cruz-Salazar B, Ruiz-Montoya L, Navarrete-Gutiérrez D, Espinoza-Medinilla EE, Vázquez-Domínguez E, Vázquez LB. 2014. Diversidad genética y abundancia relativa de *Didelphis marsupialis* y *Didelphis virginiana* en Chiapas, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85(1): 251-261.



22. De LA Ossa-Nadjar, O, De LA Ossa VJ. 2013. Fauna Silvestre Atropellada en dos Vías Principales que Rodean los Montes María, Sucre, Colombia. *Rev. Colombiana Cienc. Anim*, 5(1):158–164.
23. De La Ossa-V J, Galván-Guevara S. 2015. Registro de mortalidad de fauna silvestre por colisión vehicular en la carretera Toluviejo–ciénaga La Caimanera, Sucre, Colombia. *Biota Colombiana*, 16(1): 67-77.
24. De La Ossa-V J, De La Ossa-Nadjar O, Medina-Bohórquez E. 2015. Atropellamiento de fauna silvestre. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 7(1): 109-116.
25. Delgado-V C A. 2007. Muerte de mamíferos por vehículos en la vía del Escobero, Envigado (Antioquia), Colombia. *Actual Biol*, 29(87): 229-233.
26. Delgado-V C A. 2014. Adiciones al atropellamiento vehicular de mamíferos en la vía del escobero, envigado (Antioquia), Colombia. *Revista EIA*, 11(22): 147-153.
27. Duellman, W. E., Schlager, N., & Trumpey, J. E. (2003). *Grzimek's Animal Life Encyclopedia; Volume 6: Amphibians*. Gale.
28. Freitas SRD, Oliveira AND, Ciocheti G, Vieira MV, Matos DMDS. 2015. How landscape patterns influence road-kill of three species of mammals in the Brazilian Savanna. *Oecologia Australis*, 18: 35-45.
29. Freitas SR, Hawbaker TJ, Metzger JP. 2010. Effects of roads, topography, and land use on forest cover dynamics in the Brazilian Atlantic Forest. *Forest Ecology and Management*, 259(3): 410-417.
30. Forman R, Sperling D, Bissonette J, Clevenger A, Cutshall C, Dale V, Winter T. 2003. *Road ecology: science and solutions*, Washington, p.529.

31. Fu W, Liu S, Degloria SD, Dong S, Beazley R. 2010. Characterizing the “fragmentation–barrier” effect of road networks on landscape connectivity: A case study in Xishuangbanna, Southwest China. *Landscape and urban planning*, 95(3): 122-129.
32. Hilty S L, Brown B. 1986. *A guide to the birds of Colombia*. Princeton University Press, p. 839.
33. IDM- Instituto de Desarrollo del Meta. 2009. Plan vial departamento del Meta 2009 - 2018.
34. IDEAM- 2004. Características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, Colombia.
35. Jones DN, Bernede L, Bond ARF, Dexter C, Strong CL. 2016. Dust as a contributor to the road-effect zone: a case study from a minor forest road in Australia. *Australasian Journal of Environmental Management*, 23(1): 67-80.
36. Junior RO, Lima JP, Santos ALW, Aride, PHR 2012. Caracterización de la fauna de vertebrados atropellada en la carretera BR 174, Amazonas, Brasil. *Colombia Journal of Animal Ciencia*, 4 (2):291-307.
37. Langley RL, Higgins SA, Herrin KB. 2006. Risk factors associated with fatal animal-vehicle collisions in the United States, 1995–2004. *Wilderness & environmental medicine*, 17(4):229-239.
38. Lester D. 2015. Effective Wildlife Roadkill Mitigation. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 3(1): 42–51.
39. López-Herrera DF, León-Yusti M, Guevara-Molina SC, Vargas-Salinas F. 2016. Reptiles en corredores biológicos y mortalidad por atropellamiento vehicular en Barbas-

- Bremen, Quindío, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(156): 484-493.
40. Martínez AP, Rangel-ch JO. 2014. Mammals of the Orinoquian region of Colombia. In *Colombia Diversidad Biotica XIV* p. 751–784.
41. MADS- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2014. Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de Colombia ante el Convenio de Diversidad Biológica. Bogotá, D.C, Colombia. p.101.
42. Monroy MC, De La Ossa-lacayo A, De La Ossa-V J. 2015. Tasa de atropellamiento de fauna silvestre en la vía San Onofre–María la baja, Caribe Colombiano. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 1(27): 88-95.
43. Moreno CE Halffter G. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *J. Appl. Ecol.*, 37:149-158.
44. Nates-Parra G, Rodriguez CA 2011. Forrajeo en colonias de *Melipona eburnea* (Hymenoptera: Apidae) en el piedemonte llanero (Meta, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, 37(1): 121-127.
45. Parris KM, Velik-Lord M, North JM. 2009. Frogs call at a higher pitch in traffic noise. *Ecology and Society*, 14(1).
46. Parris K, Schneider A. 2009. Impacts of traffic noise and traffic volume on birds of roadside habitats. *Ecology and society*, 14(1).
47. Puc-Sánchez JI, C Delgado-Trejo, E Mendoza- Ramírez, I Suazo-Ortuño. 2013. Las carreteras como una fuente de mortalidad de fauna silvestre en México. *CONABIO Biodiversitas* 11: 12-16.

48. Quintero-Ángel A, Osorio-Dominguez D, Vargas-Salinas F, Saavedra-Rodríguez CA. 2012. Roadkill rate of snakes in a disturbed landscape of Central Andes of Colombia. *Herpetology Notes*, 5:99-105.
49. Rangel-ch JO. 1995. Colombia, diversidad biótica I. Instituto de Ciencias Naturales. p.442.
50. Restall RL, Rodner C, Lentino R. 2006. *Birds of northern South America*. Christopher Helm. p. 656.
51. Rodríguez-Prieto I, Fernández-Juricic E. 2005. Effects of direct human disturbance on the endemic Iberian frog *Rana iberica* at individual and population levels. *Biological Conservation*, 123(1): 1-9.
52. Rueda-Almonacid JV, Lynch JD, Amézquita A. 2004. *Libro rojo de los anfibios de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, p 146.
53. Sandoval-Gómez VE, Ramírez-Chaves HE, Marín D. 2012. Registros de hormigas y termitas presentes en la dieta de osos hormigueros (Mammalia: Myrmecophagidae) en tres localidades de Colombia. *Edentata*, 13: 1-9.
54. Santos X, Llorente GA, Montori A, Carretero M A, Franch M, Garriga N, Richter-Boix A. 2007. Evaluating factors affecting amphibian mortality on roads: the case of the Common Toad *Bufo bufo*, near a breeding place. *Animal biodiversity and conservation*, 30(1):97-104.
55. Santos SM, Carvalho F, Mira A. 2011. How long do the dead survive on the road? Carcass persistence probability and implications for road-kill monitoring surveys. *PLoS ONE*, 6(9).

56. Solari S, Muñoz-saba Y, Rodríguez-mahecha JV, Defler TR, Ramírez-chaves HE, Trujillo F. 2013. De Los Mamíferos De Colombia. *Mastozoología Neotropical*, 20(2):301–365. Retrieved from <http://www.sarem.org.ar>
57. Skutch AF. 1966. Life history notes on three tropical American cuckoos. *The Wilson Bulletin*, p. 139-165
58. Teixeira FZ, Coelho AVP, Esperandio IB, Kindel A 2013. Vertebrate road mortality estimates: effects of sampling methods and carcass removal. *Biological Conservation*, 157: 317-323.
59. Teixeira FZ, Coelho IP, Esperandio IB, Oliveira NR, Porto FP, S. Dornelles S, Kindel A. 2013 a. Are road-kill hotspots coincident among different vertebrate groups? *Oecologia Australis*, 17(1): 36-47.
60. Trombulak SC, Frissell CA. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation biology*, 14(1): 18-30.
61. Trujillo-P A, Carvajal-C JE, Rangel-ch, JO. 2014. Reptiles of the Orinoquian region of Colombia. In *Colombia Diversidad Biotica XIV* p. 635–664.
62. Torres O, Vargas F. 2014. *Rhinella humboldti*. Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia. Vol. 2 (2):19-23p.
63. Vargas-Salinas F, Delgado-Ospina I, López-Aranda F. 2011. Mortalidad por atropello vehicular y distribución de anfibios y reptiles en un bosque subandino en el occidente de Colombia. *Caldasia*, 33(1): 121-138.
64. Van der Grift EA, Van der Ree R, Fahrig L, Findlay S, Houlahan J, Jaeger JA, Olson L. 2013. Evaluating the effectiveness of road mitigation measures. *Biodiversity and Conservation*, 22(2): 425-448.

65. Van der Ree R, Jaeger JA, van der Grift EA, Clevenger AP. 2011. Effects of roads and traffic on wildlife populations and landscape function: road ecology is moving toward larger scales. *Ecology and society*, 16(1):48.
66. Vanegas GAB 2015. Evolución de la integridad estructural de ecosistemas lóticos del piedemonte llanero frente a la intervención antrópica. *Acta Biológica Colombiana*, 20(2).

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 3.** Mapa de la Ruta I65-10.

**Figura 2.** Especies con más eventos de atropellamiento.

**Figura3.** Cantidad de individuos atropellados por categoría taxonómica.

**Figura 4.** Curva acumulativa de especies observadas y esperadas.

**Figura 5.** Índices kilométricos de atropellamiento por día

**Figura 6.** Índices kilométricos de atropellamiento por día por Km

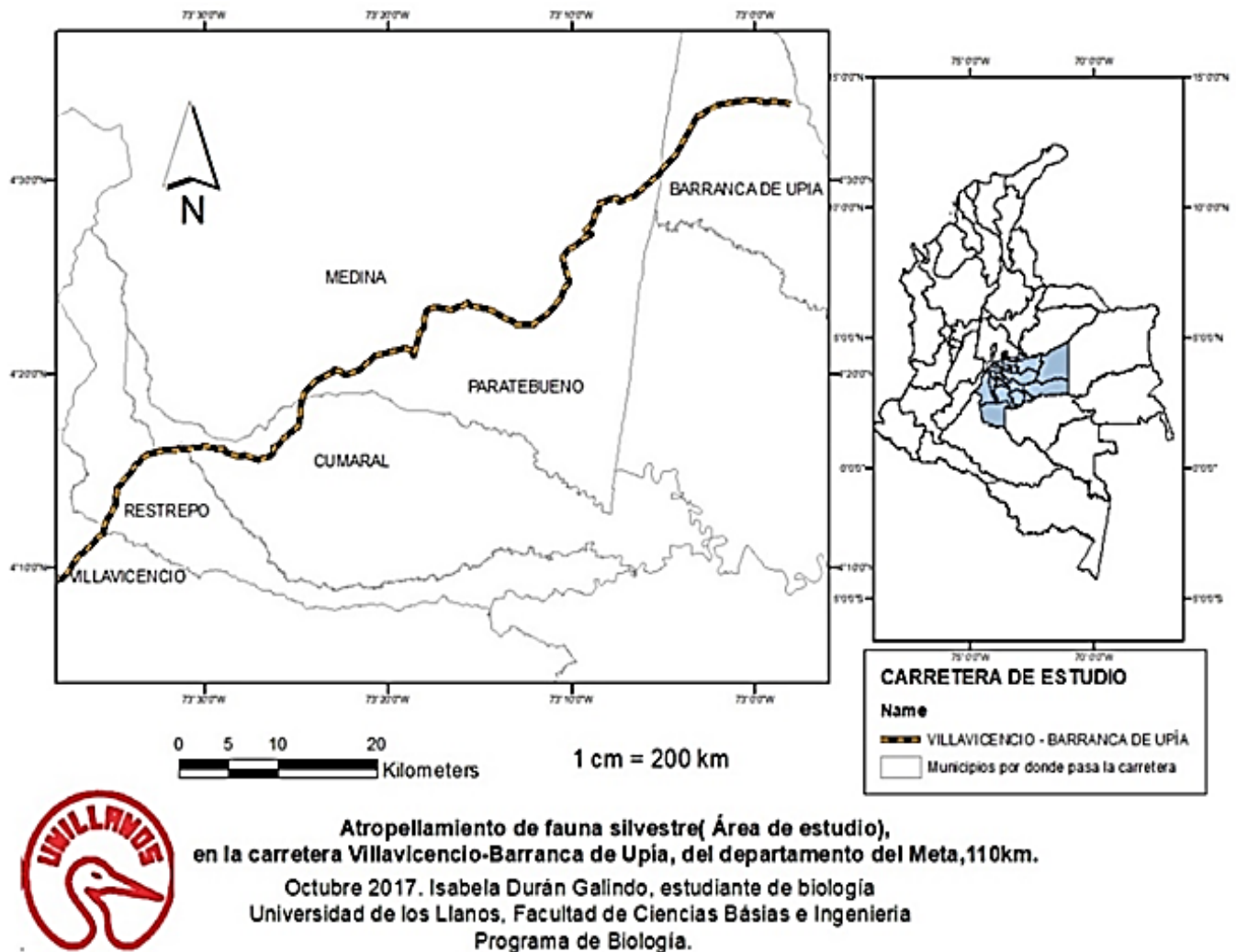
**Figura 7.** Mapa de puntos críticos encontrados e Identificación de puntos críticos de colisión por el análisis hotspots 2D lineal.

**Figura 8.** Puntos críticos de colisión por análisis hotspots 2D lineal- Aves.

**Figura 9.** Puntos críticos de colisión por análisis hotspots 2D lineal-Mamíferos.

**Figura 10.** Puntos críticos de colisión por análisis hotspots 2D lineal-  
Anfibios y Reptiles.

**Figura 11.** Efecto de coberturas vegetales sobre los eventos de atropellamiento de fauna silvestre. Prueba de Kruskal-Wallis con corrección de bonferroni. Diagrama de cajas simple de eventos de colisión respecto a la cobertura. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

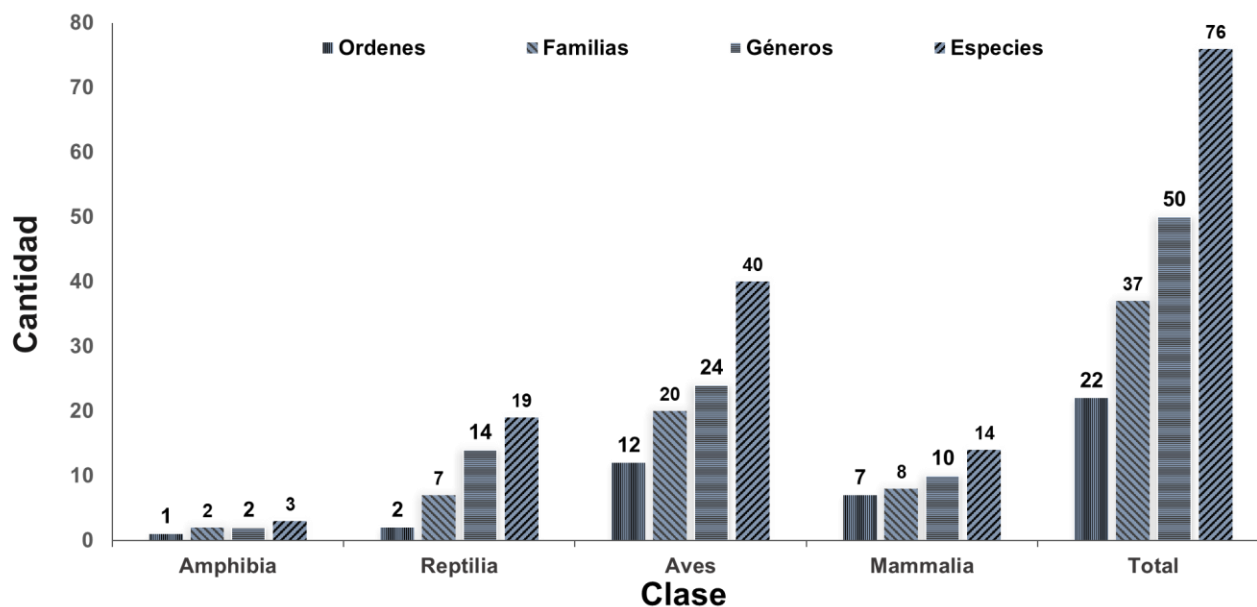


**Figura 4.** Mapa de la Ruta I65-10, que comprende municipios del Meta: Villavicencio, Restrepo, Cumaral, Barranca de Upiá, con una longitud total de 107 km, limita con el Departamento del Casanare y hace parte de la Ruta turística la Salinera. Fuente IGAC 2012.

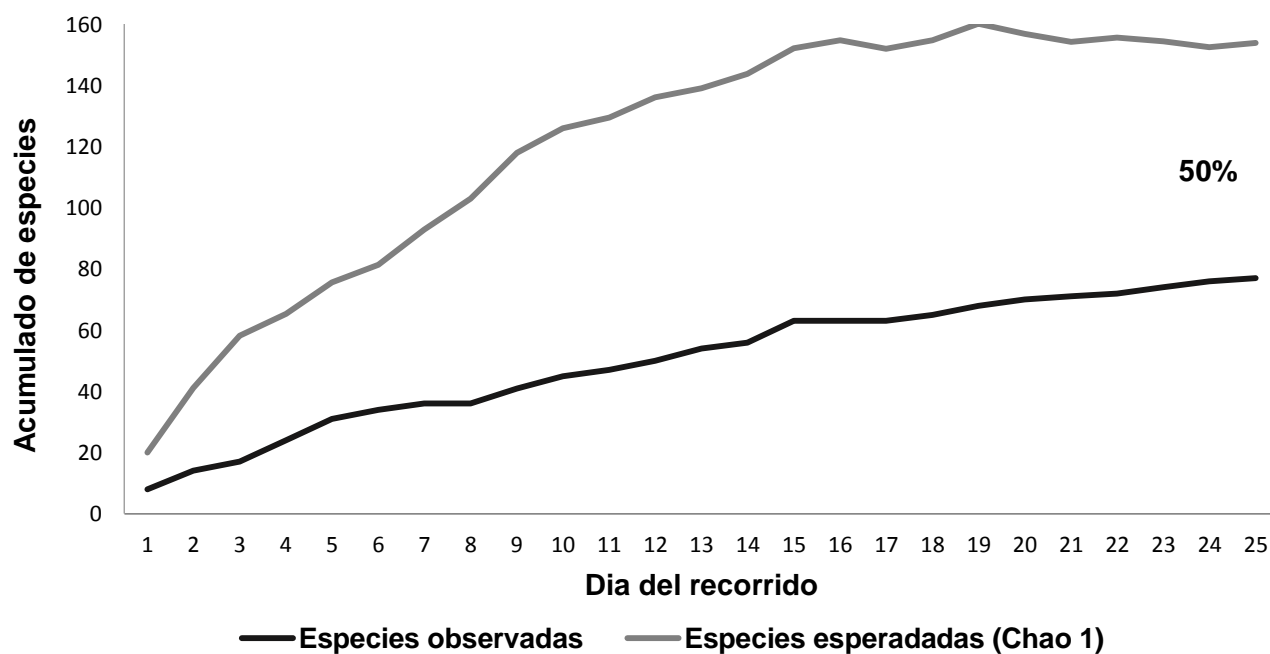




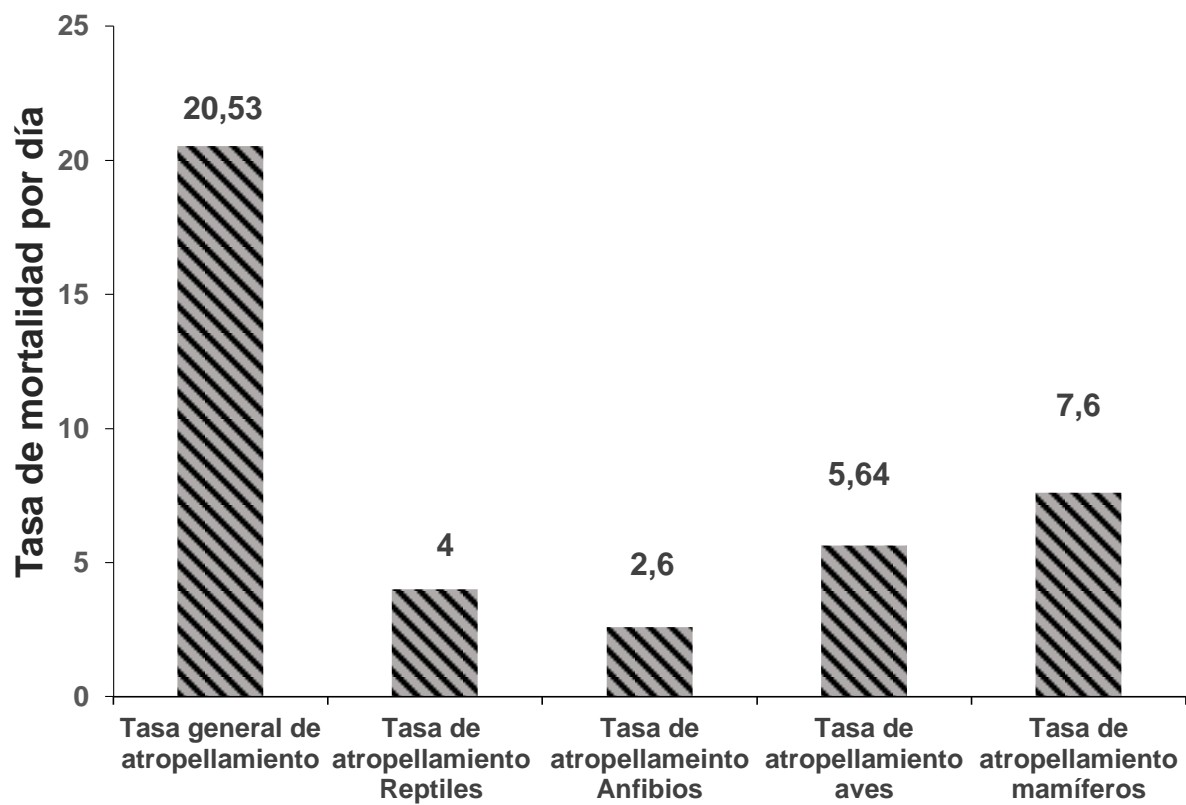
**Figura 2.** Especies con más eventos de atropellamiento, Oso melero (*Tamandua tetradactyla*), Chucha (*Dipelphis marsupialis*), Sapo Común (*Rhinella marina*), Iguana (*Iguana iguana*), Garrapatero (*Crotophaga ani*), Búho (*Megascops choliba*).



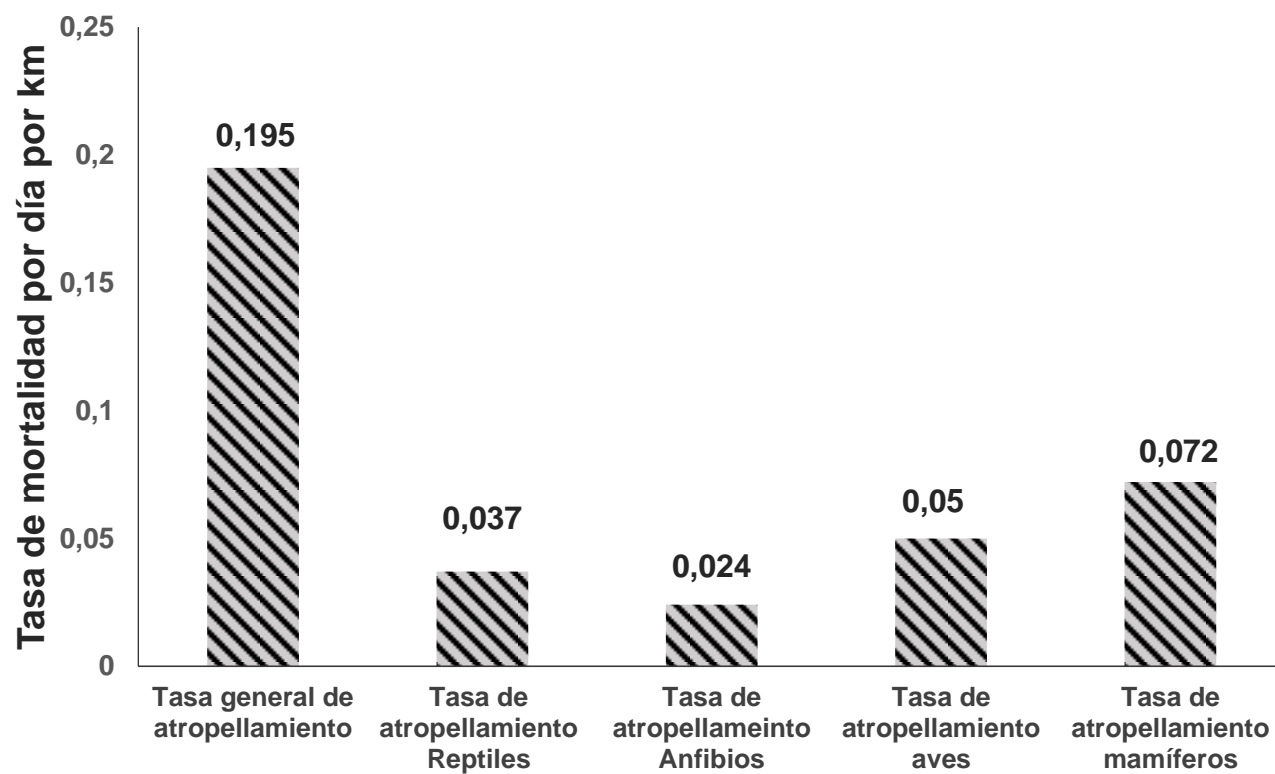
**Figura 3.** Cantidad de individuos atropellados por categoría taxonómica.



**Figura 4.** Curva acumulativa de especies observadas y esperadas.

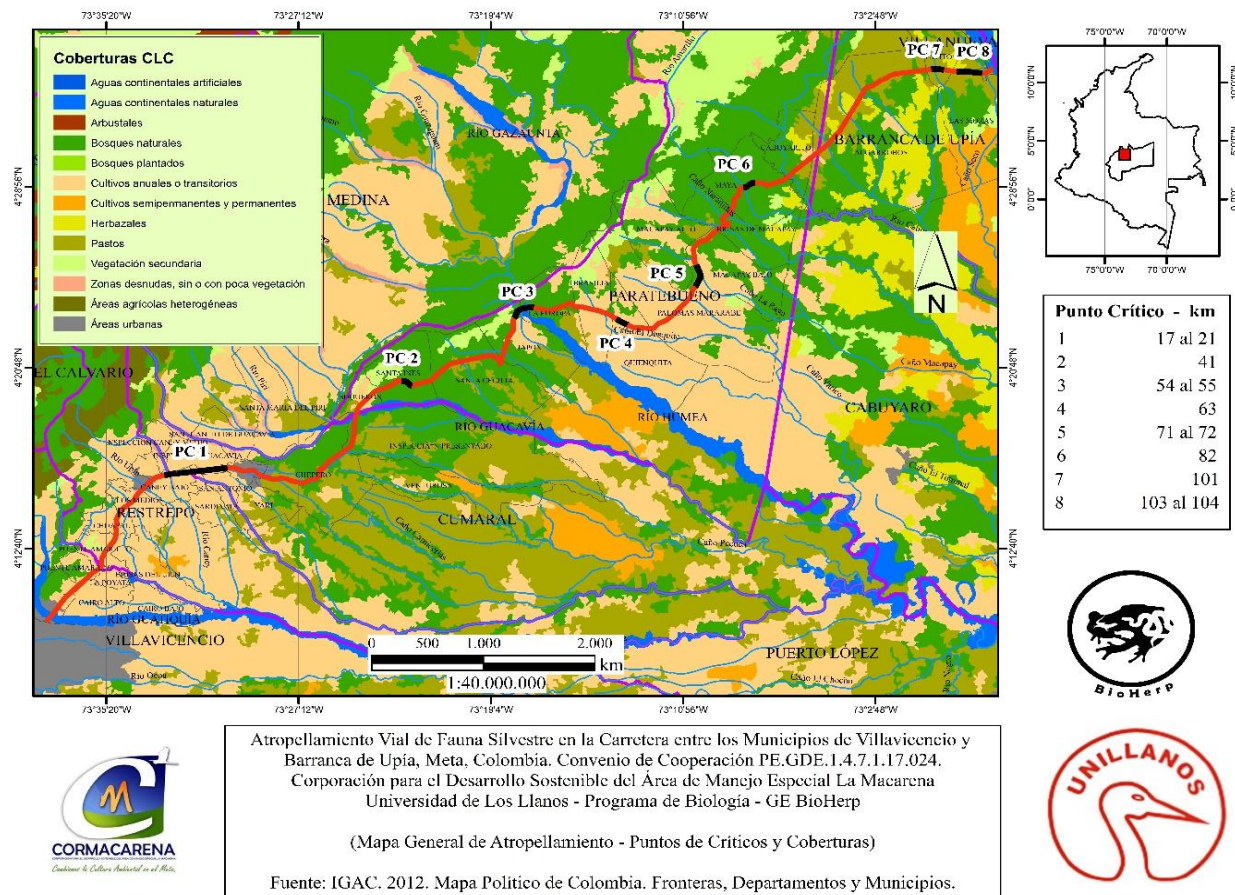


**Figura. 5** Índices kilométricos de atropellamiento por día

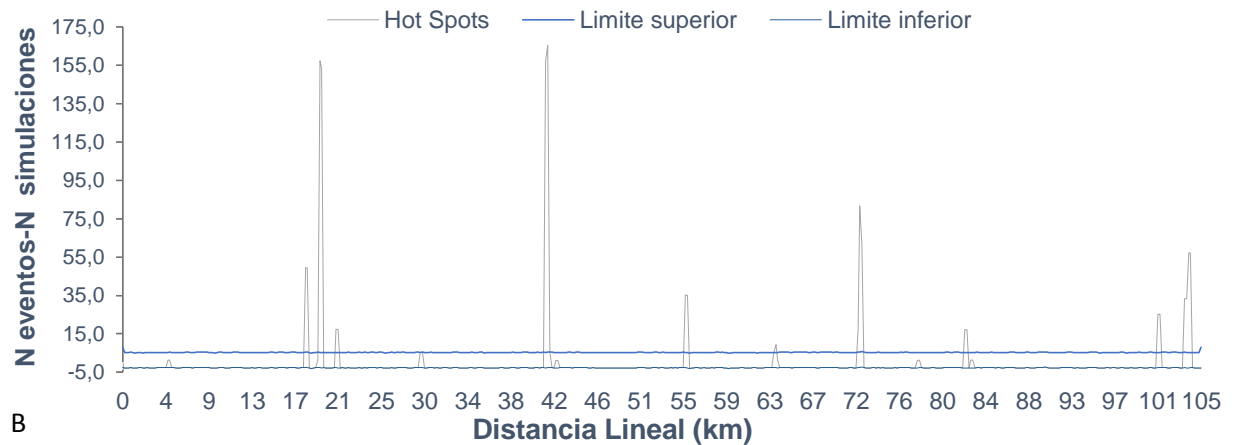


**Figura 6.** Índices kilométricos de atropellamiento por día por Km



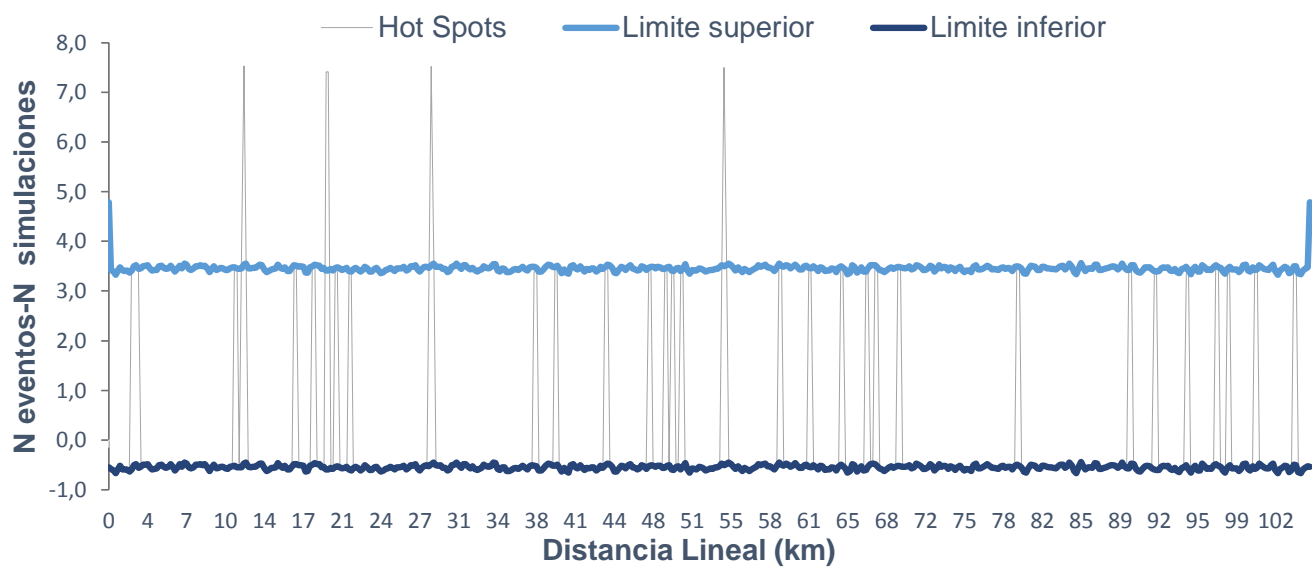


A

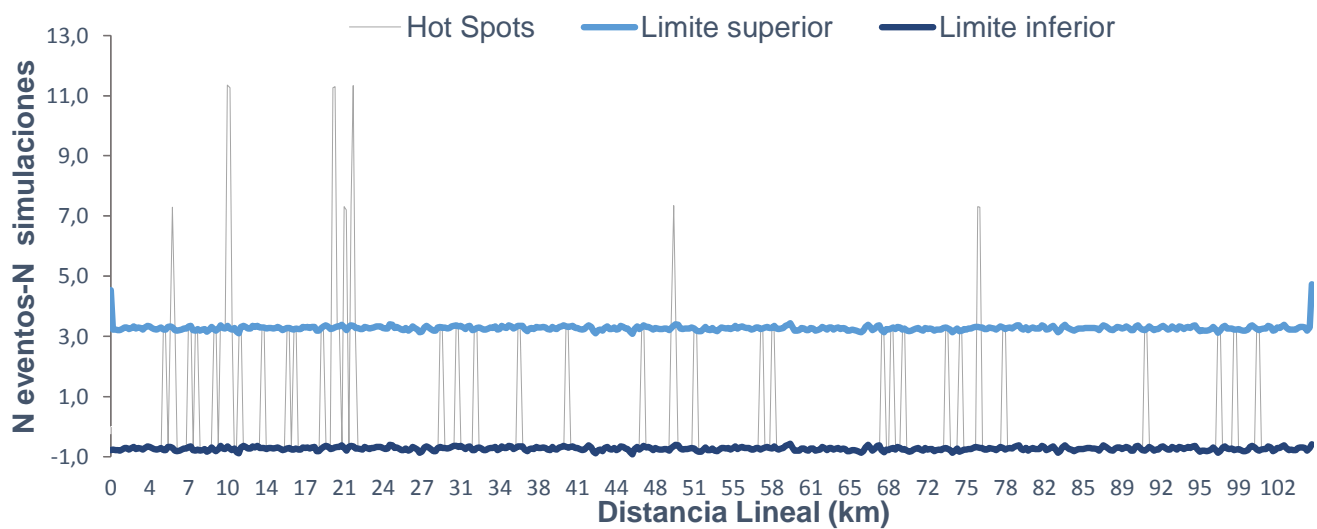


B

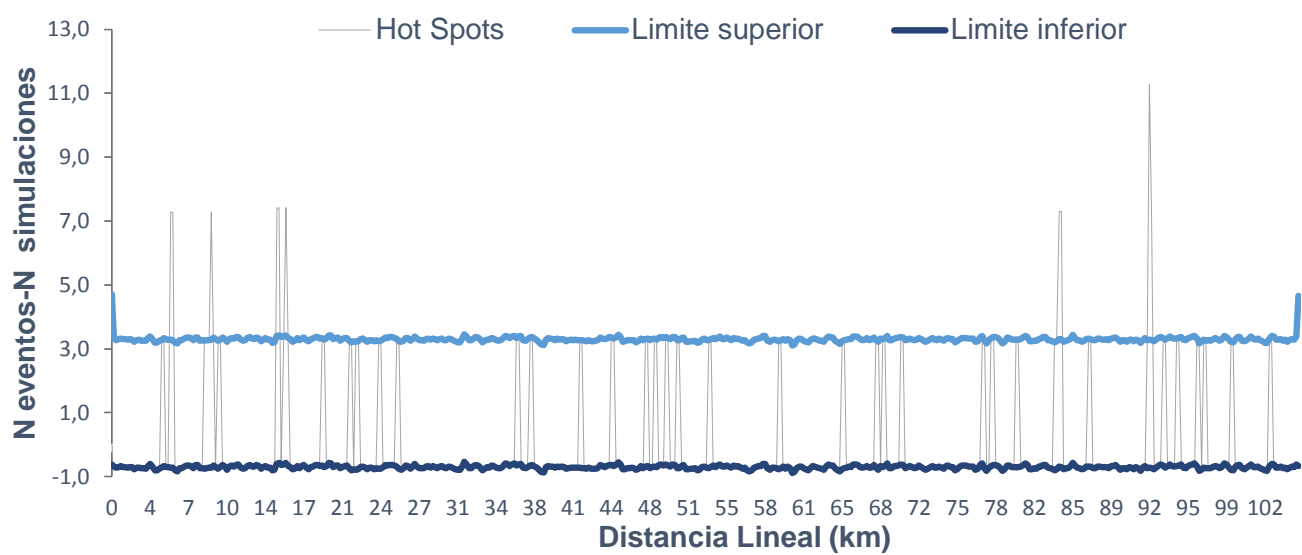
**Figura 7. (A)** Mapa de puntos críticos: con coberturas Corine Land Cover y en rojo la ruta I65-10 o Salinera, que comprende tres municipios del Meta: Restrepo, Cumaral, Barranca de Upía, con una longitud de 107 km, limita con el departamento del Casanare, Pc puntos críticos. **(B)** Identificación de puntos críticos de colisión por el análisis hotspots 2D lineal.



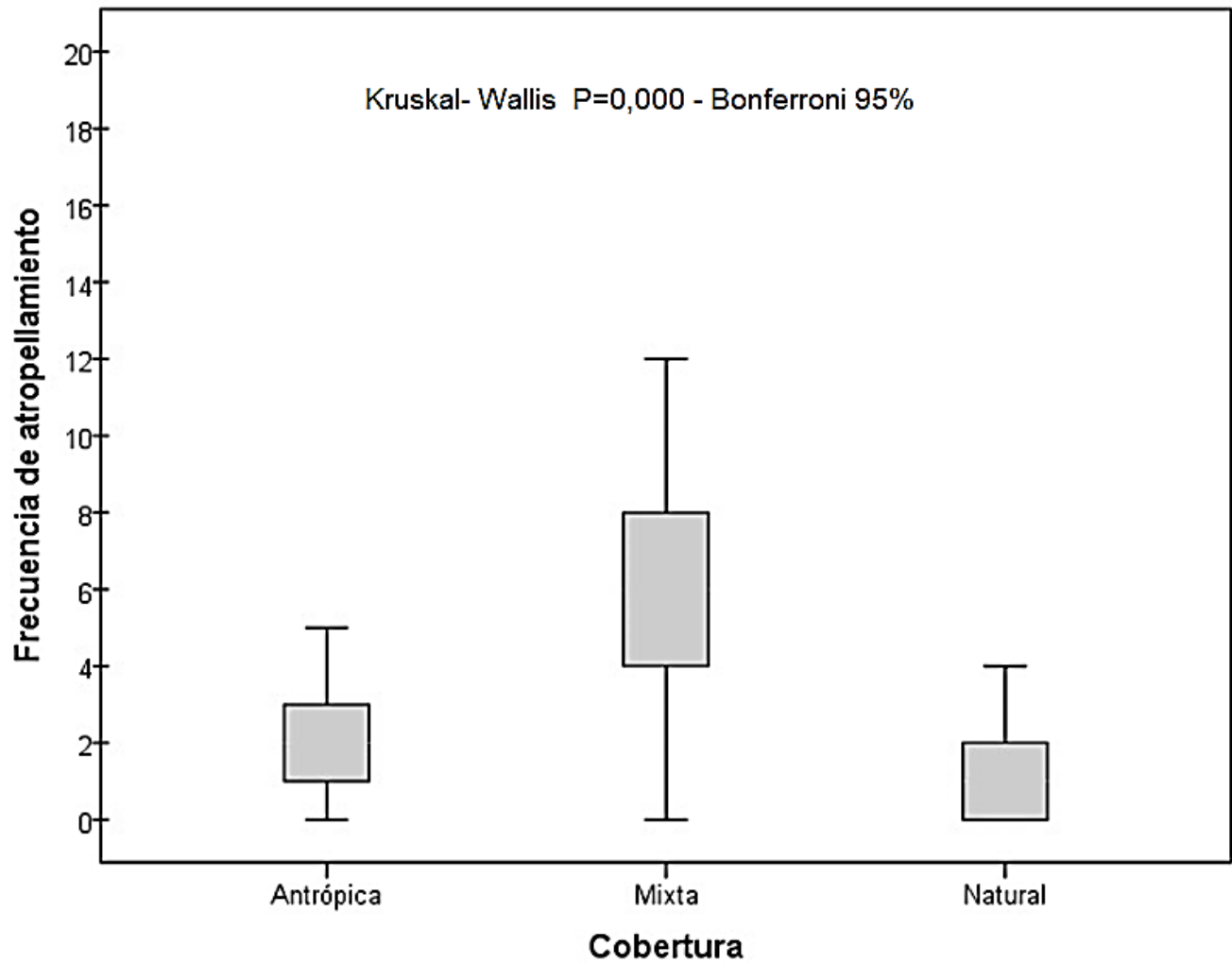
**Figura 8.** Puntos críticos de colisión por análisis hotspots 2D lineal- Aves



**Figura 9.** Puntos críticos de colisión por análisis hotspots 2D lineal-Mamíferos



**Figura 10.** Puntos críticos de colisión por análisis hotspots 2D lineal- Anfibios y Reptiles.



**Figura 11.** Efecto de coberturas vegetales sobre los eventos de atropellamiento de fauna silvestre. Prueba de Kruskal-Wallis con corrección de bonferroni. Diagrama de cajas simple de eventos de colisión respecto a la cobertura. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.



## LISTA DE TABLAS

**Tabla 1.** Número de Individuos, encontrados en la carretera Villavicencio-Barranca de Upía (Meta) Colombia.

**Tabla 1.** Número de Individuos, encontrados en la carretera Villavicencio-Barranca de Upía (Meta) Colombia.

<b>Clase</b>	<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>	<b>Núm. De Ind.</b>
<b>Amphibia</b>	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella</i>	<i>Rhinella marina</i> Linnaeus, 1758	<b>14</b>
				<i>Rhinella</i> sp	<b>28</b>
		Hylidae	<i>Sinax</i>	<i>Scinax</i> sp	<b>4</b>
<b>Reptilia</b>	Squamata	Amphisbaenidae	<i>Amphisbaena</i>	<i>Amphisbaena alba</i> Linnaeus, 1758	<b>2</b>
				<i>Amphisbaena fuliginosa</i> Linnaeus, 1758	<b>2</b>
		Boidae	<i>Boa</i>	<i>Boa constrictor</i> Linnaeus, 1758	<b>1</b>
			<i>Corallus</i>	<i>Corallus ruschenbergerii</i> (COPE, 1875)	<b>1</b>
				cf. <i>Corallus</i>	<b>1</b>
			<i>Epicrates</i>	<i>Epicrates</i> sp	<b>1</b>
		Colubridae	<i>Chironius</i>	<i>Chironius</i> sp	<b>2</b>
			<i>Erythrolamprus</i>	<i>Erythrolamprus bizona</i> Jan, 1863	<b>2</b>
			<i>Leptodeira</i>	<i>Leptodeira annulata</i> (Linnaeus, 1758)	<b>1</b>
			<i>Lygophis</i>	<i>Lygophis lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	<b>1</b>
			<i>Mastigodryas</i>	<i>Mastigodryas bifossatus</i> (Raddi, 1820)	<b>3</b>
			<i>Spilotes</i>	<i>Spilotes pullatus</i> (Linnaeus, 1758)	<b>1</b>
			NI	sp2	<b>1</b>
			NI	Sp14	<b>1</b>
		Iguanidae	<i>Iguana</i>	<i>Iguana iguana</i> (Linnaeus, 1758)	<b>17</b>
		Teiidae	<i>Tupinambis</i>	<i>Tupinambis teguixin</i> (Linnaeus, 1758)	<b>3</b>
		Viperidae	<i>Bothrops</i>	<i>Bothrops atrox</i> (Linnaeus, 1758)	<b>2</b>
		NI	NI	sp8	<b>1</b>
	Testudines	Podocnemididae	<i>Podocnemis</i>	<i>Podocnemis vogli</i> Müller, 1935	<b>3</b>
<b>Aves</b>	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis</i>	<i>Ortalis guttata</i> (Spix, 1825)	<b>1</b>
	Cathartiforme	Cathartidae	<i>Coragyps</i>	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1783)	<b>4</b>
	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis</i>	<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	<b>1</b>
	Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago</i>	<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	<b>6</b>
			<i>Falco</i>	<i>Falco</i> sp	<b>1</b>
				<i>Falco femoralis</i> Temminck, 1822	<b>1</b>
				<i>Falco</i> cf. <i>sparverius</i>	<b>1</b>
	Columbiformes	Columbidae	<i>Columba</i>	<i>Columba livia</i> Gmelin, 1789	<b>1</b>
			<i>Columbina</i>	<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1809)	<b>1</b>
	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula</i>	<i>Eupsittula pertinax</i> (Linnaeus, 1758)	<b>1</b>
	Cuculiforme	Cuculidae	<i>Crotophaga</i>	<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	<b>7</b>
				<i>Crotophaga</i> cf <i>major</i>	<b>2</b>
	Strigiformes	Strigidae	<i>Megascops</i>	<i>Megascops choliba</i> (Vieillot, 1817)	<b>7</b>
	Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle</i>	<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790)	<b>1</b>
		Momotidae	<i>Momotus</i>	<i>Momotus momota</i> (Linnaeus, 1766)	<b>1</b>

	Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus</i>	<i>Pteroglossus castanotis</i> Gould, 1834	<b>4</b>
	Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus</i>	<i>Thamnophilus doliatus</i> (Linnaeus, 1764)	<b>1</b>
		Tyrannidae	<i>Pitangus</i>	<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	<b>1</b>
			NI	sp4	<b>1</b>
		Corvidae	<i>Cyanocorax</i>	<i>Cyanocorax violaceus</i> Du Bus, 1847	<b>4</b>
		Turdidae	<i>Turdus</i>	<i>Turdus ignobilis</i> Sclater, 1857	<b>2</b>
		Thraupidae	<i>Tangara</i>	<i>Tangara</i> sp	<b>1</b>
			<i>Thraupis</i>	<i>Thraupis palmarum</i> (Wied, 1821)	<b>2</b>
		Icteridae	<i>Gymnomystax</i>	<i>Gymnomystax mexicanus</i> (Linnaeus, 1766)	<b>1</b>
			<i>Molothrus</i>	<i>Molothrus</i> sp	<b>2</b>
				<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	<b>1</b>
			<i>Quiscalus</i>	<i>Quiscalus lugubris</i> Swainson, 1838	<b>1</b>
			<i>Sturnella</i>	<i>Sturnella magna</i> (Linnaeus, 1758)	<b>2</b>
	NI	NI	NI	NI	<b>9</b>
<b>Mammalia</b>	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis</i>	<i>Didelphis</i> sp	<b>1</b>
				<i>Didelphis</i> sp	<b>62</b>
			<i>Caluromys</i>	<i>Caluromys lanatus</i> (Olfers, 1818)	<b>2</b>
	Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon</i>	<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	<b>6</b>
	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus</i>	<i>Artibeus cf planirostris</i>	<b>1</b>
				<i>Artibeus</i> sp	<b>1</b>
	Xenarthra-Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus</i>	<i>Dasypus cf sabanicola</i>	<b>1</b>
	Xenarthra-Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Myrmecophaga</i>	<i>Myrmecophaga tridactyla</i> Linnaeus, 1758	<b>1</b>
			<i>Tamandua</i>	<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	<b>10</b>
		Megalonychidae	<i>Choloepus</i>	<i>Choloepus didactylus</i> (Linnaeus, 1758)	<b>1</b>
	Primates	Cebidae	<i>Saimiri</i>	<i>Saimiri sciureus</i> (Linnaeus, 1758)	<b>1</b>
	Rodentia	Erethizontidae	<i>Coendou</i>	<i>Coendou prehensilis</i> (Linnaeus, 1758)	<b>7</b>
		NI	NI	sp3	<b>1</b>
	NI	NI	NI	NI	<b>2</b>
<b>Total general</b>					<b>262</b>